



AÑO SABÁTICO DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO

ACADEMIA DE CIENCIAS BÁSICAS

**APUNTES DE LA ASIGNATURA QUÍMICA ORGÁNICA (ALF 1022)**

**REPORTE DEL PROGRAMA B1 ELABORACIÓN DE APUNTES ASIGNATURA 2**

Q.I. LAURA MARGARITA GONZÁLEZ MARTÍNEZ

Boca del Río, Ver. Agosto 2024

## ÍNDICE

<b>CONTRIBUCIÓN ACADÉMICA.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>TEMA 1: FUNDAMENTOS DE QUÍMICA ORGÁNICA Y ESTEREOISOMERÍA .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Concepto de Química Orgánica.....</b>	<b>4</b>
1.1.1. El Átomo de Carbono, Hibridación y los Orbitales Moleculares .....	4
<b>1.2 Estructura y Enlace en las Moléculas Orgánicas. ....</b>	<b>8</b>
1.2.1 Introducción a la Estereoisomería .....	10
1.2.2. Quiralidad, Origen de la Quiralidad en Compuestos Orgánicos.....	11
<b>1.3 Geometría Molecular .....</b>	<b>13</b>
1.3.1 Conectividad, Disposición Geométrica y Representación Estructural de Fórmulas. ..	13
1.3.2 Configuración Absoluta .....	19
1.3.3. Determinación de la Configuración Absoluta en Compuestos Quirales.....	22
1.3.4 Proyecciones de Fisher.....	26
1.3.5 Sistemas de Nomenclatura D,L.....	27
1.3.6 Sistema de Nomenclatura R,S .....	30
1.3.7 Correlación de la Configuración Absoluta .....	32
<b>1.4 Actividad Óptica. ....</b>	<b>33</b>
<b>TEMA 2: REACCIONES ORGÁNICAS E HIDROCARBUROS SATURADOS .....</b>	<b>38</b>
<b>2.1 Las Reacciones Orgánicas.....</b>	<b>38</b>
2.1.1 Concepto de Reacción Química.....	38
2.1.2 Definición de Sustrato, Reactivo y Producto.....	39
2.1.3 Concepto de Velocidad de Reacción.....	39
2.1.4 Tipos de Rupturas de Enlaces (Homolíticos y Heterolíticos) .....	40
2.1.5 Mecanismos de Reacción. Concepto. Notaciones.....	41
2.1.6 Tipos de Reacción: Sustitución, Adición, Eliminación, Transposición, Óxido-Reducción.....	43
<b>2.2 Alcanos y Cicloalcanos</b>	<b>51</b>
2.2.1 Clasificación, Nomenclatura y Propiedades .....	51
2.2.2 Hidrocarburos Saturados Como Compuestos Inertes: Halogenación y Combustión .	66
2.2.3 Métodos de Obtención, Usos y Aplicaciones en Alimentos .....	67
<b>TEMA 3: HIDROCARBUROS INSATURADOS Y AROMÁTICOS .....</b>	<b>72</b>
<b>3.1 Hidrocarburos Insaturados (Alquenos y Alquinos) .....</b>	<b>72</b>

<b>3.1.1. Clasificación, Nomenclatura y Propiedades</b> .....	72
3.1.2. Isomería y Estabilidad de Alquenos .....	78
3.1.3 Reacciones de Adición Electrofílica.....	81
3.1.4. Métodos de Obtención, Usos y Aplicaciones en Alimentos .....	92
<b>3.2. Hidrocarburos Aromáticos</b> .....	95
<b>3.2.1 Aromaticidad y Reglas de Aromaticidad</b> .....	95
3.2.2 Reacciones de Sustitución Aromática Electrofílica en Benceno y Bencenos Sustituidos: Mecanismo, Reactividad y Orientación. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos. .....	97
3.2.3 Métodos de Obtención, Usos y Aplicaciones en Alimentos .....	111
<b>Ejercicios Prácticos Para Resolver por los Alumnos</b> .....	111
<b>TEMA 4: GRUPOS FUNCIONALES</b> .....	115
<b>4.1 Halogenuros de Alquilo</b> .....	115
4.1.1 Clasificación, Nomenclatura y Propiedades .....	115
<b>4.2 Reacciones de Sustitución Nucleofílica: Mecanismo y Estereoquímica</b> .....	117
<b>4.3 Reacciones de Eliminación: Mecanismo, Estereoquímica y Orientación</b> .....	121
<b>4.4 Métodos de Obtención, Usos y Aplicaciones en Alimentos</b> .....	123
<b>4.5 Alcoholes, Éteres y Fenoles</b> .....	125
4.5.1 Clasificación, Nomenclatura y Propiedades. ....	125
4.5.2. Acidez de Los Alcoholes y Fenoles. ....	132
4.5.3. Reacciones que Implican la Ruptura del Enlace C—OH .....	134
4.5.4 Ruptura del Enlace O—H: Formación de Alcóxidos, Éteres y Ésteres .....	136
4.5.5 Ruptura Del Enlace R-O-R.....	137
4.5.6 Oxidación de Alcoholes.....	138
4.5.7. Métodos de Obtención y Aplicaciones en la Industria de los Alimentos.....	141
<b>4.6 Compuestos Orgánicos Nitrogenados</b> .....	144
4.6.1 Clasificación, Nomenclatura y Propiedades de las Aminas .....	144
4.6.2 Reacciones de Las Aminas: N-Alquilación, Formación de Amidas, Oxidación .....	148
4.6.3 Usos y Aplicaciones en Alimentos.....	150
<b>4.7 Aldehídos y Cetonas</b> .....	151
4.7.1 Clasificación, Nomenclatura y Propiedades .....	151
4.7.2. Reacciones de Adición Nucleofílica.....	157
4.7.3. Adición de Reactivos de Grignard .....	158
4.7.4 Oxidación y Reducción.....	159
4.7.5 Preparación de Aldehídos y Cetonas .....	162

4.7.6 Aplicaciones Industriales.....	163
<b>4.8 Ácidos Carboxílicos y Derivados .....</b>	<b>166</b>
4.8.1 Clasificación, Nomenclatura y Propiedades .....	166
4.8.2 Reacciones de la Cadena Lateral .....	169
4.8.3 Sustitución Nucleofílica de Acilo.....	170
4.8.4. Transformaciones en Derivados de Ácido: Ésteres, Cloruros de Ácido, Anhídridos y Amidas.....	171
4.8.5. Aplicaciones Industriales.....	172
<b>TEMA 5 Química Orgánica en la Industria .....</b>	<b>177</b>
<b>5.1 Química Verde.....</b>	<b>177</b>
5.1.1 Polímeros Sintéticos .....	177
5.1.2 Sustancias Tóxicas Presentes en los Alimentos.....	179
5.1.3 Componentes Tóxicos Naturales .....	179
5.1.4 Sustancias Adicionadas Intencionalmente .....	181
5.1.5. Sustancias Tóxicas de Origen Microbiano.....	183
5.1.6 Contaminantes y Aditivos no Intencionales: Fumigantes, Solventes de Extracción, Cancerígenos del Ahumado, Pesticidas y Herbicidas. Productos de Oxidación Lipídica, Metales Pesados, Bifenilos Policlorados y Polibromados (PCB y PBB) Naftalenos Clorados. ....	186
<b>Complementos Educativos y Herramientas Tecnológicas Asociadas.....</b>	<b>195</b>
Tema 1 Fundamentos de Química Orgánica y Estereoisomería .....	195
1) Presentaciones .....	195
2) Cuestionario Kahoot .....	202
3) Video de Creación Propia.....	208
Tema 2: Reacciones Orgánicas e Hidrocarburos Saturados .....	209
1) Presentaciones.....	209
2) Cuestionario. Herramienta Tecnológica: Quizizz .....	221
3) Secuencia Didáctica.....	224
<b>Tema 3: Hidrocarburos Insaturados y Aromáticos.....</b>	<b>226</b>
1) Secuencia Didáctica.....	226
2) Presentaciones: Hidrocarburos Insaturados .....	230
3) Aprendizaje Basado en Problemas .....	234
4) Ejercicios Prácticos Propuestos Para Resolver por los Alumnos, Incluye Solución. ....	237
5) Presentación: Hidrocarburos Aromáticos .....	237
<b>Tema 4. Grupos Funcionales .....</b>	<b>242</b>

1) Secuencia Didáctica.....	242
2) Cuestionarios de evaluación. Herramienta tecnológica: Kahoot!.....	246
3) Presentaciones. Herramienta tecnológica: Power Point.....	250
4) Video: Alcoholes - Video (canva.com) Herramienta tecnológica: Canva.....	262
<b>Tema 5: Química Verde</b> .....	<b>262</b>
1) Proyecto Integrador Con Relación de Competencias Con Rúbrica de Evaluación .....	262
2) Cuestionario de Evaluación. Herramienta Tecnológica: Quizizz .....	266
3) Presentaciones. Herramienta tecnológica: Power Point.....	272
<b>Anexo 1</b> .....	<b>277</b>
Ejercicios Prácticos Propuestos Para Resolver por los Alumnos, Incluye Solución. ....	277
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>284</b>
Anexo 2.....	289
Instrumentación didáctica .....	289
Carta del reconocimiento del autor de los derechos a favor del TecNM .....	299
Reporte se software especializado de similitud .....	300

## CONTRIBUCIÓN ACADÉMICA

El programa de la asignatura de Química Orgánica está diseñado para contribuir en el ejercicio profesional del Ingeniero en Industrias Alimentarias ya que se estudian las propiedades y comportamiento de los compuestos orgánicos, principales componentes de los alimentos. Su importancia radica en que proporciona las bases teóricas para establecer la relación estructura-función de los compuestos orgánicos, así como sus propiedades químicas y físicas, mecanismos de reacción, reactividad y su impacto ambiental. La química orgánica es una disciplina para comprender el comportamiento de moléculas orgánicas y relacionarla con otras áreas de estudio como bioquímica, desarrollo de nuevos productos y productos naturales entre otras. La asignatura establece la interacción entre átomos y moléculas que favorece la identificación los diferentes arreglos moleculares como son las conformaciones de los diferentes isómeros estructurales y sus proyecciones, constituyentes fundamentales para comprender la diversidad y propiedades de los compuestos orgánicos como componentes de los alimentos y ligados a las transformaciones que sufren durante el procesamiento.

La asignatura proporciona las competencias específicas para identificar y nombrar los diferentes grupos funcionales de los compuestos orgánicos y de aquellos componentes tóxicos naturales y los adicionados intencionalmente para la conservación y procesamiento de los alimentos. La materia se relaciona con asignaturas posteriores de Ingeniería en Industrias Alimentarias, tales como bioquímica I para explicar la formación de moléculas poliméricas; bioquímica II para entender las diferencias funcionales entre biomoléculas; biotecnología para la identificación de metabolitos primarios y secundarios; así como su aplicación en las asignaturas de tecnologías de alimentos y análisis de alimentos.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de la elaboración de los presentes apuntes para la signatura de química orgánica -con clave ALF 1022- es establecer un vínculo entre los aprendizajes establecidos dentro del programa y las competencias que deberán desarrollarse a lo largo de cada tema.

Mediante la elaboración de los apuntes se pretende disponer de una manera sencilla, y didáctica de los conceptos teóricos fundamentales, explicar a través del cuestionamiento cómo están conformadas las moléculas orgánicas, su importancia, y propiedades. Cada tema es abordado de acuerdo con el enfoque establecido en el programa asignatura, desarrollando los conceptos de aprendizaje y proporcionando ejercicios de aplicación y la solución a los mismos, indicando detalladamente cómo se aborda la solución a cada uno de ellos.

Al finalizar cada tema se proponen una serie de ejercicios-como parte de actividades de aprendizaje- para resolver por el alumno, con la finalidad de poner en práctica los aprendizajes estudiados y promover el desarrollo de competencias como la habilidad para la resolución de problemas.

El presente trabajo pretende contribuir en el aprendizaje de los alumnos y a la vez, formar parte de los materiales de apoyo didáctico para el docente, al sugerir actividades de aprendizaje, proporcionando el diseño y elaboración de herramientas tecnológicas didácticas -aplicando Kahoot, Canva, Power Point, Quizizz- en las presentaciones y cuestionarios de evaluación para cada tema.

Otra de las finalidades en la elaboración de los apuntes para química orgánica es que tanto alumnos como docentes tengan un material de apoyo, los primeros para los aprendizajes y los segundos los materiales didácticos mediante el empleo de herramientas tecnológicas, que le ayudarán en la enseñanza de los temas a desarrollar, encontrarán en los apuntes los temas enmarcados en la asignatura del programa de estudios de la carrera de Ingeniería en Industrias

Alimentarias, facilitando el manejo y abordaje de los temas, en comparación con los textos que abordan diversos temas y enfoques para la química orgánica.

El desarrollo de los temas está enfocados al programa de estudios de Ingeniería en Industrias Alimentarias, sin embargo, son temas básicos para el aprendizaje de la química orgánica por lo cual, los apuntes pueden contribuir al estudio de la química orgánica de otras carreras como lo es la licenciatura en Biología.

En el primer tema se plantea la relevancia del estudio de las moléculas orgánicas y su orientación espacial, estableciendo las bases en la comprensión de las propiedades físicas y el comportamiento químico de los compuestos orgánicos que constituyen las biomoléculas presentes en los alimentos. En los subsecuentes temas se hace referencia al estudio de las reacciones químicas, su clasificación, así como como el rompimiento de los enlaces químicos y su formación, clasificando los enlaces sencillos, dobles y triples. El estudio de hidrocarburos y los principales grupos funcionales.

Tema importante tratado y como cierre del programa hace referencia al impacto ambiental que producen algunos compuestos orgánicos, y las nuevas tendencias sobre su uso racional y manejo adecuado para disminuir su presencia en el ambiente.



## TEMA 1: FUNDAMENTOS DE QUÍMICA ORGÁNICA Y ESTEREOISOMERÍA

### 1.1 Concepto de Química Orgánica.

#### 1.1.1. El Átomo de Carbono, Hibridación y los Orbitales Moleculares

El átomo de carbono es el átomo protagonista de los compuestos orgánicos, y aunque también encontramos otros átomos en las moléculas orgánicas como H, O, N, conocido como CHON, debido a los símbolos de los elementos principales presentes en las moléculas orgánicas, pueden estar presentes los halógenos, fósforo, calcio, magnesio, hierro, entre otros.

¿Qué hace tan particular al átomo de carbono para poder formar grandes cadenas y estructuras tan complejas como las moléculas orgánicas? Sin duda, su capacidad para formar enlaces debido al tipo de hibridación de sus orbitales moleculares y las estructuras en el espacio de cada una de ellas. Para formar enlaces covalentes simples, los orbitales híbridos  $sp^3$  del átomo de carbono tetravalente darán como resultado la capacidad del carbono para poder enlazarse a dos, tres, cuatro, y muchos más átomos de carbono que le permiten formar grandes cadenas, como en el caso de los hidrocarburos, proteínas, etc.

La estructura de Lewis para el carbono se representa:



Es un átomo tetravalente.

En su estado basal, su configuración electrónica es  $1S^2, 2S^2 2P^2$  el llenado de orbitales será

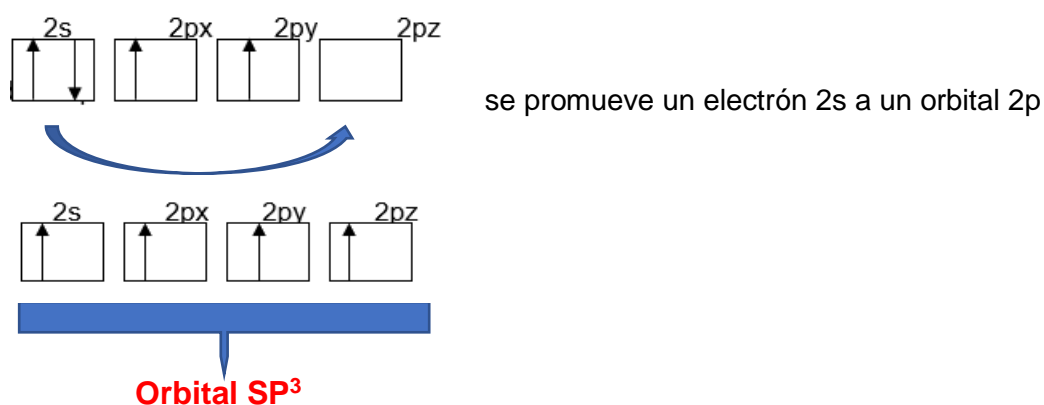


$2s^2$

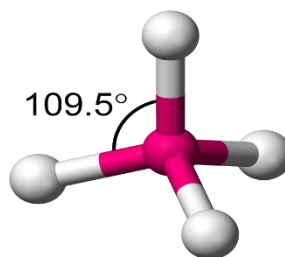
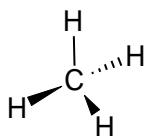
$2P_x$

$2P_y$

El estado basal representa el estado de menor energía para el átomo, es decir el estado energético cuando el átomo no se encuentra unido a otro átomo; en cambio cuando el carbono se combina con otro átomo para formar moléculas necesita entrar en un estado energético mayor al basal, por lo que sus orbitales atómicos se hibridarán para formar orbitales moleculares, así tenemos que cuando el átomo de carbono forma enlaces sencillos empleará orbitales híbridos  $SP^3$  es decir se combinará un orbital S con tres orbitales P formando un nuevo orbital:

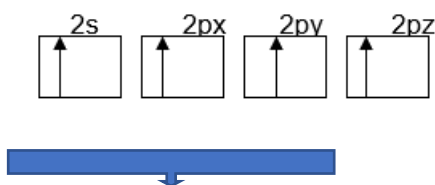


En el espacio la configuración presenta una estructura tetraédrica:



Cuando el carbono forma orbitales híbridos  $SP^2$

Se promueve un electrón 2s de la manera siguiente:



## Orbital $SP^2$

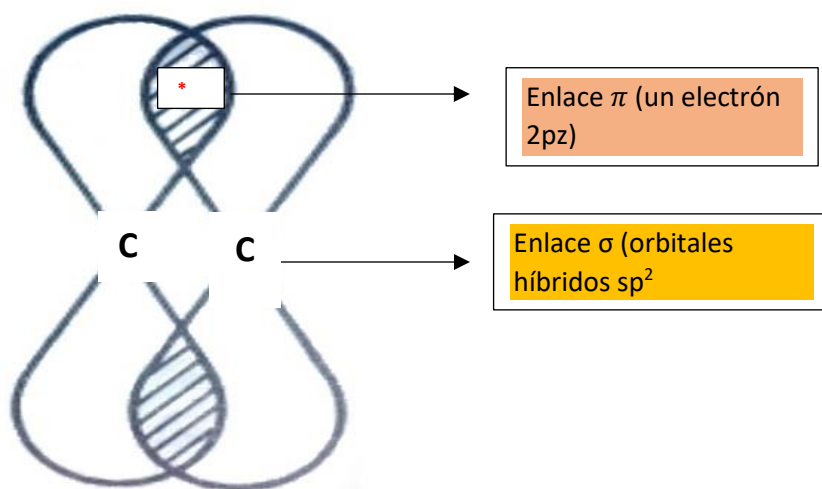


Imagen 1: Alquimica, (2016)

En el espacio los orbitales híbridos  $SP^2$  presentan ángulos de enlace de  $120^\circ$

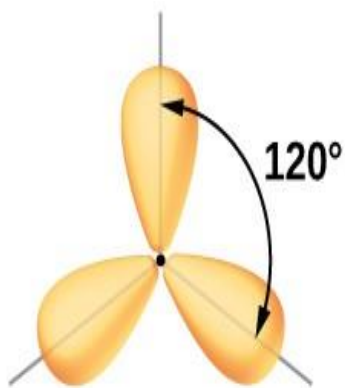
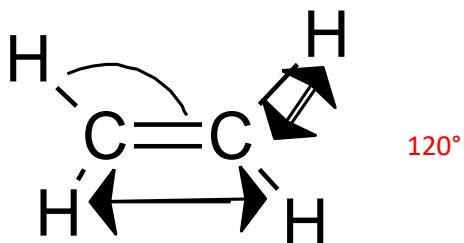


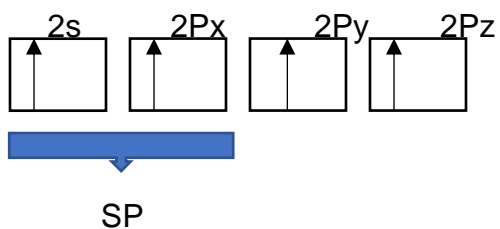
Imagen 2: Chemistry, (S.F.)

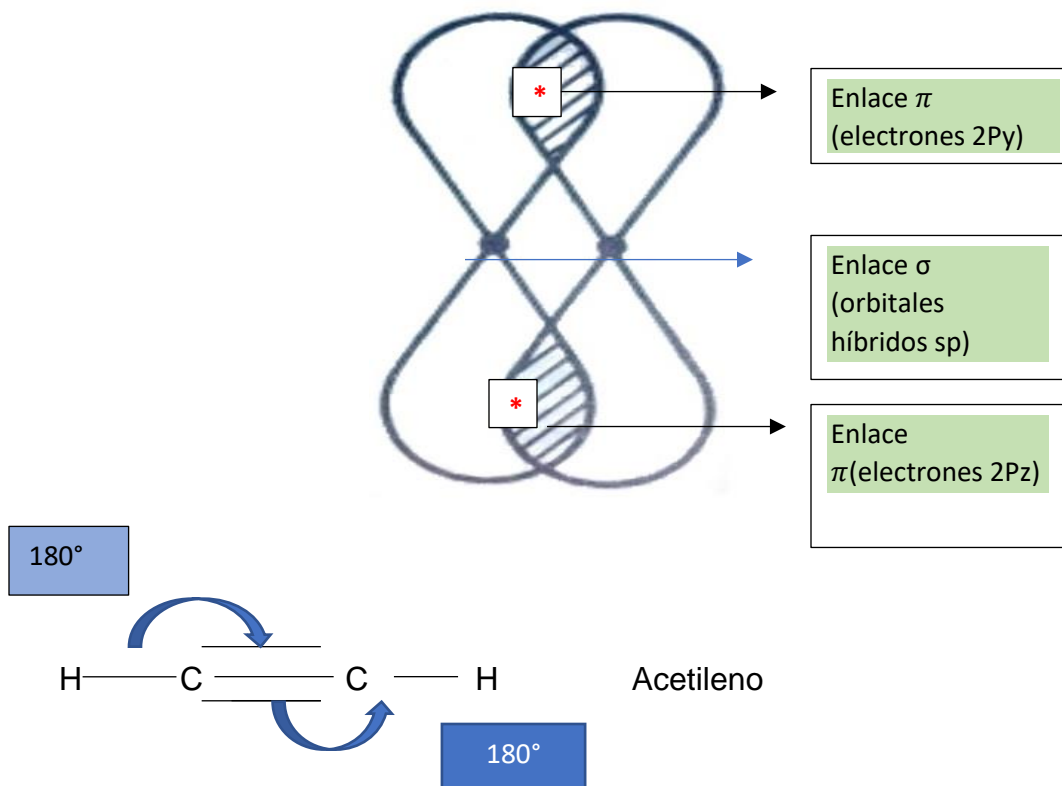


La hibridación  $sp^2$  en los carbonos que forman un enlace, más bien, se presenta un doble enlace por quedar un electrón en un orbital  $p$ , formando un enlace  $\pi$  (Pi) y un enlace  $\sigma$  sigma debido al traslape de orbitales  $sp^2$  este tipo de hibridación confiere una configuración planar a las moléculas que presentan este doble enlace (sigma y Pi) con ángulos de enlace de  $120^\circ$ .

### Hibridación SP

Los orbitales híbridos  $sp$  se forman debido al traslaparse de un orbital  $s$  y  $p$





Los átomos al formar moléculas forman orbitales moleculares, como en el ejemplo anterior orbitales híbridos  $sp$  formarán moléculas planares con ángulos de enlace de  $180^\circ$ , como es el caso de la molécula de acetileno.

## 1.2 Estructura y Enlace en las Moléculas Orgánicas.

El enlace covalente en las moléculas orgánicas presenta las siguientes características fundamentales para las estructuras y propiedades de las moléculas orgánicas: longitud de enlace, ángulos de enlace y energía de enlace.

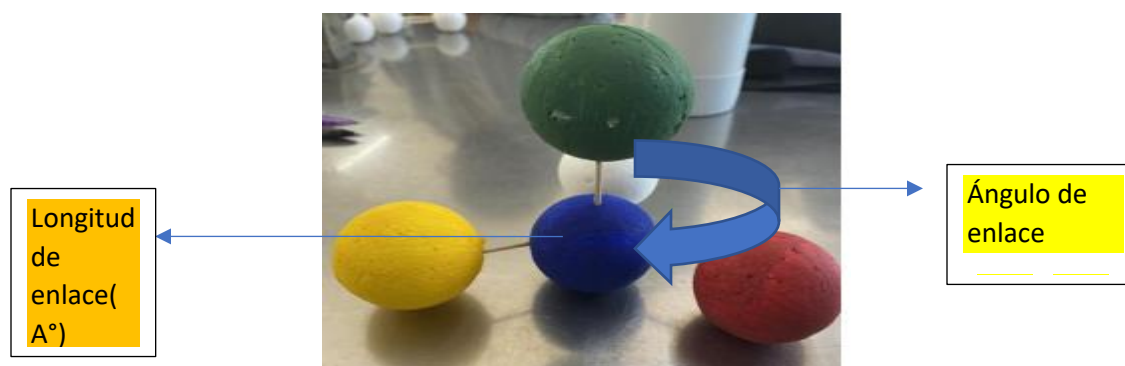


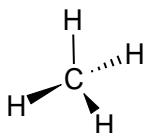
Imagen 3. Modelo realizado por Huesca F. (2022)

Energías de enlace KJ/mol	
<b>C--H</b>	413
<b>C--C</b>	348
<b>C--N</b>	293
<b>C--O</b>	358
<b>C= C</b>	614
<b>C=O</b>	799

La hibridación del átomo de carbono determina los ángulos de enlace y la estructura en el espacio de la molécula, como ya lo mencionamos anteriormente, los orbitales híbridos  $SP^3$

En el átomo de carbono determina la estructura tetraédrica en la molécula de metano

Es importante resaltar que las moléculas orgánicas son **tridimensionales**, su estructura se encuentra en tres planos del espacio, (como el ejemplo del metano)



Podemos representar las moléculas orgánicas mediante su fórmula molecular y su fórmula estructural, la primera sólo nos indica el número de átomos que constituyen el

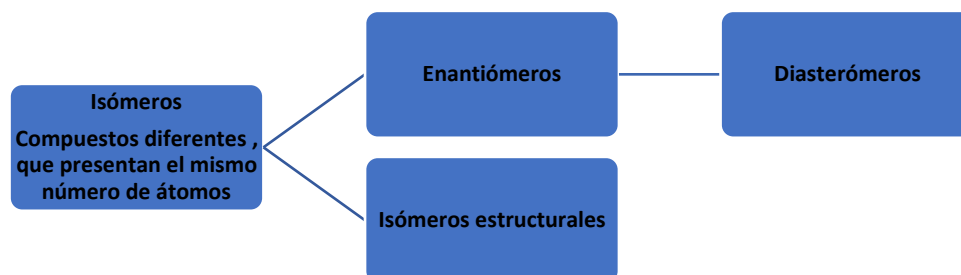
compuesto, en cambio la fórmula estructural nos indica de qué manera se encuentran unidos los átomos en la molécula. Ejem:  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$  representa la fórmula estructural para el alcohol etílico o etanol, la fórmula molecular para este alcohol sería:  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ .

### **1.2.1 Introducción a la Estereoisomería**

Comprender el concepto de estereoisomería y cómo se relacionan las moléculas con sus imágenes en el espejo es de gran relevancia en la química orgánica y la bioquímica, la implicación de la estereoselectividad de las enzimas para realizar funciones metabólicas, la acción de los fármacos y el propio entorno en el que vivimos (objetos quirales) fundamentan la importancia del estudio estructural de los estereoisómeros.

¿Qué son los estereoisómeros? El concepto hace referencia a los isómeros con igual fórmula estructural, pero con orientación diferente en el espacio, ¿Por qué se presentan este tipo de isómeros? Porque las moléculas orgánicas son tridimensionales, al presentar orbitales moleculares híbridos (ya estudiados) éstos se orientan en el espacio tridimensionalmente. Los estereoisómeros se relacionan con la imagen especular (imagen en el espejo) de las moléculas orgánicas. Una estructura molecular puede ser superponible o no a su imagen especular, originando así, estereoisómeros conocidos como **enantiómeros**, puede presentarse otra clase de estereoisómeros llamados **diastereómeros**, cuyas moléculas no son imágenes especulares una de otra.

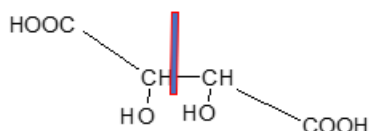
Podemos resumir los tipos de isómeros que pueden presentarse en las moléculas orgánicas, mediante el esquema siguiente:



### 1.2.2. Quiralidad, Origen de la Quiralidad en Compuestos Orgánicos.

Las moléculas que no pueden superponerse a su imagen especular se consideran **quirales**, un ejemplo de quiralidad la representan nuestras manos, así la mano derecha no puede superponerse a la mano izquierda, por lo cual existe un guante para la mano derecha y un guante para la mano izquierda. Nuestros pies también son quirales, por lo tanto, existe un zapato para el pie derecho y un zapato para el pie izquierdo. Así se presentan varios ejemplos de objetos quirales como la hélice de un avión, un tornillo, un caracol con enroscamiento helicoidal.

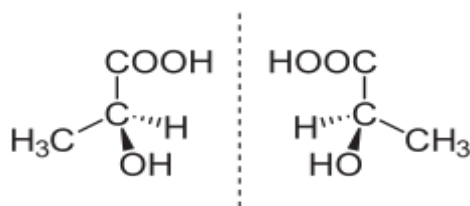
Cuando una molécula o un objeto puede superponerse a su imagen especular se dice que son **quirales**, como un balón esférico, un cilindro, un tetraedro. ¿Cómo podemos identificar una molécula o un objeto quiral? Cuando una molécula u objeto posee un plano de simetría (Un plano imaginario que divide al objeto o molécula por la mitad, siendo una parte la reflexión de la otra mitad). Ejemplo:



Plano de simetría, la molécula es quiral, no obstante poseer centros quirales.

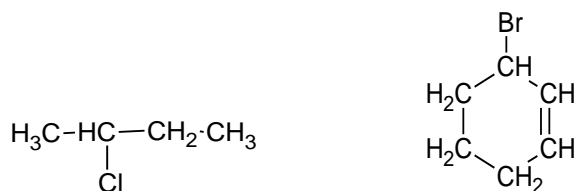


Ácido láctico y su imagen en el espejo

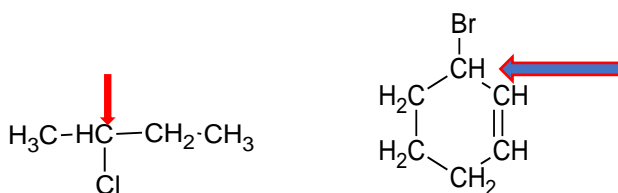


El ácido láctico y su imagen especular no pueden superponerse, por lo tanto, se consideran enantiómeros. ¿Cómo determinar si una molécula será quiral? La respuesta es que deberá poseer (aunque no siempre es la única condición) un **centro quiral o estereomérico o estereocentro**. ¿Qué es un centro quiral? El centro quiral está representado por un átomo **tetraédrico** el cual se encuentra enlazado con cuatro grupos diferentes.

Ejemplo: Indique el centro quiral o estereomérico, si lo presentan para las siguientes moléculas:



**Solución:** Si observamos en cada una de las moléculas, encontramos un centro o carbono unido a cuatro grupos diferentes, los indicaremos en color rojo. Las moléculas poseen un centro o carbono quiral, por lo tanto, ambas moléculas se consideran quirales.



## 1.3 Geometría Molecular

### 1.3.1 Conectividad, Disposición Geométrica y Representación Estructural de Fórmulas.

Podemos considerar las estructuras de las moléculas orgánicas como el punto de partida que definirán sus propiedades físicas y químicas. Los átomos que conforman un compuesto, su conectividad y su disposición geométrica nos dará referencia acerca de sus propiedades.

Como ya lo mencionamos anteriormente, el enlace covalente es el enlace mediante el cual se forman las moléculas orgánicas, la conectividad entre sus átomos tiene lugar cuando se comparten, al menos, un par de electrones entre los átomos enlazantes.

En el estudio del enlace covalente existen dos teorías para explicar la formación de estos enlaces y a su vez, de la geometría molecular: *La teoría de la repulsión de los pares electrónicos de la capa de valencia (RPECV)* y *la teoría del enlace de valencia (EV)*, la primera es básica para predecir la distribución espacial de los átomos en una molécula o los iones poliatómicos, mostrando dónde se forman los enlaces y la dirección de los pares de electrones no enlazantes (pares de electrones libres) sin explicar cómo se forma el enlace. En cambio, la teoría del enlace de valencia (EV) indica cómo se forma el enlace, en función de la superposición de los orbitales atómicos, como la formación de los orbitales híbridos estudiados anteriormente.

Para poder predecir la geometría molecular, como primer paso, es necesario escribir la estructura de Lewis de la molécula e identificar el átomo central: un átomo unido a más de un átomo diferente. La teoría de repulsión de los pares electrónicos de valencia depende de los pares electrónicos que forman las llamadas nubes electrónicas, que se presentan alrededor de cada átomo, y las repulsiones que existen entre ellos.

Las nubes electrónicas pueden formar los siguientes tipos de enlace (nubes electrónicas de enlace):

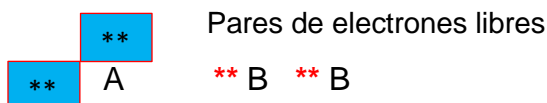
A ** B	A :: B	A ::: B
--------	--------	---------

Enlace simple

Enlace doble

Enlace triple

Nubes electrónicas libres (se presentan con átomos que poseen pares de electrones no enlazantes o pares de electrones libres:



La estructura correspondería a la forma  $AB_2$  donde A representa el átomo central con dos pares de electrones libres o no enlazantes y B representa dos átomos formando enlaces sencillos con el átomo central.


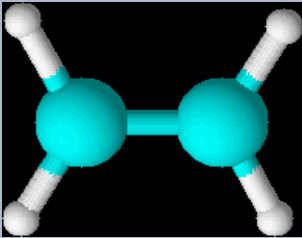
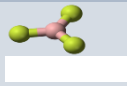
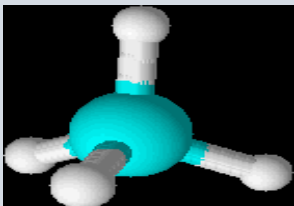
Algunos ejemplos para determinar los grupos de electrones en el átomo central:

Molécula	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>
Estructura de Lewis	$\ddot{O} = C = \ddot{O}$	$H - \ddot{O} - H$	$\begin{array}{c} H \\   \\ H - C - H \\   \\ H \end{array}$
Átomo central	<b>C</b>	<b>O</b>	<b>C</b>
Número de átomos enlazados al átomo central	2	2	4
Número de pares no enlazados en el átomo central	0	2	0
Número total de grupos de electrones en el átomo central	2	4	4

El número de grupos de electrones determina su distribución alrededor del átomo central, desde la teoría RPECV, la molécula o ion es más estable cuando los grupos de electrones del átomo central están lo más alejados posible. (existe fuerza de repulsión entre los electrones

cercanos). La distribución de los grupos de electrones alrededor del átomo central se le designa como *geometría electrónica del átomo central*.

En la tabla siguiente se encuentran ejemplificados la geometría electrónica de algunas moléculas en función del número de grupos de electrones alrededor del átomo central.

Grupo de electrones del átomo central	No. de pares de electrones libres	Distribución de la nube electrónica	Geometría molecular	Modelo representativo
2	0	Lineal	Lineal 180°	
3	0	Trigonal plana	Trigonal plana 120°	
3	1	trigonal plana	Angular 120°	
4	0	tetraédrica	Tetraédrica 109.5°	

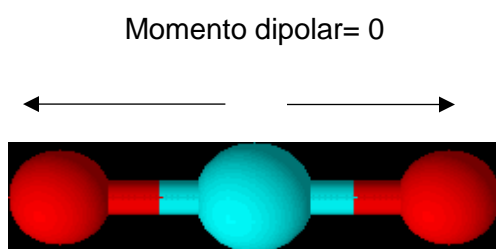
Nota: Existen otros tipos de distribución electrónica que resultan en la geometría electrónica y la geometría molecular de otras moléculas como la bipiramidal trigonal y la octaédrica.

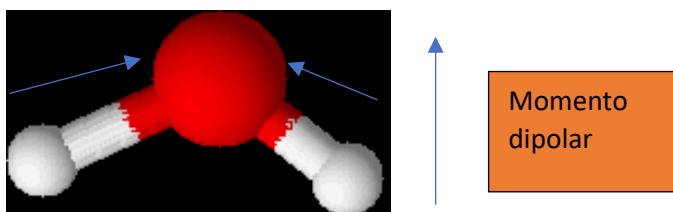
La geometría molecular influye en la polaridad de las moléculas orgánicas, una condición relevante en la determinación de las propiedades físicas de los compuestos orgánicos.

Las moléculas polares presentan enlaces polares, pero esta no es una condición determinante, ya que una molécula puede presentar enlaces polares, pero ser una *molécula apolar o no polar*; ¿Qué determina entonces la polaridad de una molécula, además de la polaridad de sus enlaces? Sin duda su geometría molecular y considerando su dipolo de enlace (momento dipolar debido a los dos átomos que forman el enlace).

Los dipolos de enlace y los momentos dipolares son magnitudes vectoriales ya que presentan tanto magnitud como dirección. ¿Cómo determinamos entonces el momento dipolar en una molécula poliatómica? Obteniendo la suma vectorial de sus dipolos de enlace.

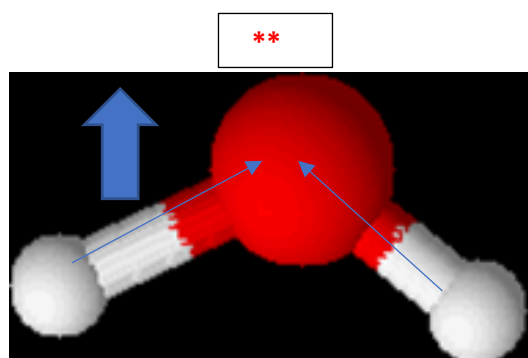
Cuando una molécula es diatómica con una geometría molecular lineal plana (ángulos de enlace de  $180^\circ$ ) sus dipolos de enlace son de la misma magnitud, pero en direcciones opuestas, por lo tanto, el momento dipolar será igual a cero, (La resultante vectorial)





Molécula  $\text{H}_2\text{O}$ : El oxígeno tiene dos pares de electrones compartidos con dos átomos de hidrógeno y dos pares no compartidos presentando un arreglo de pares electrónicos de estructura tetraédrica y forma molecular angular como se muestra en el modelo de esferas.

El ángulo de enlace es de  $105^\circ$



La forma angular y los dos pares de electrones libres proporcionan a la molécula del agua una resultante vectorial  $\mu = 1.85 \text{ D}$  (D significa debye, la unidad para los momentos dipolares), es decir se presenta un polo negativo más intenso debido a la propia electronegatividad mayor del átomo de oxígeno que de los átomos de hidrógeno, los dos pares de electrones libres en el átomo de oxígeno intensifican el polo negativo en la molécula, dando como resultado una molécula altamente polar, lo que explica su alto punto de ebullición ( $100^\circ\text{C}$ ), con un peso molecular de  $18 \text{ g/mol}$ , la molécula de agua puede vencer las fuerzas electrostáticas que unen los iones en los compuestos iónicos y de esta forma poder solubilizar este tipo de compuestos, además de los compuestos polares.

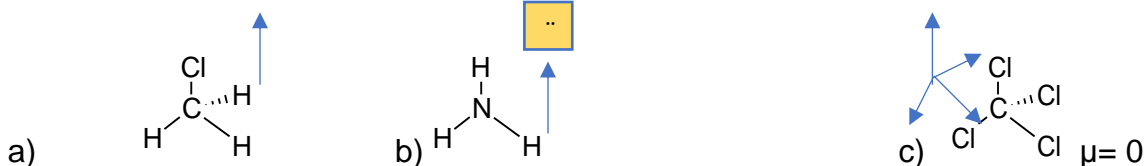
Por lo descrito anteriormente, referimos las propiedades físicas involucradas a la polaridad de las moléculas orgánicas.

Ejercicios:

De los compuestos indicados a continuación ¿cuál esperaría que presentara un momento dipolar? ¿Cuáles serían moléculas polares?

a)  $\text{CH}_3\text{Cl}$    b)  $\text{HCN}$    c)  $\text{CCl}_4$

Solución:



a) La molécula presenta momento dipolar, la resultante vectorial se indica hacia el elemento más electronegativo, se presenta forma molecular tetraédrica, resultando una molécula polar

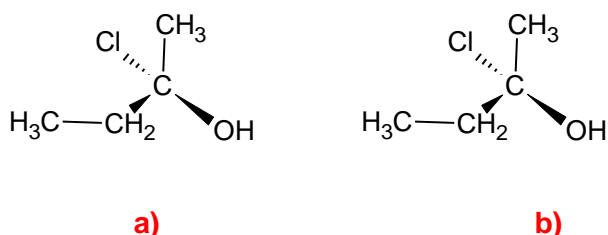
b) En la molécula el nitrógeno presenta tres pares de electrones compartidos y dos pares no compartidos en una forma molecular piramidal trigonal, el par de electrones no compartidos forma un polo negativo en la molécula, presentando una resultante vectorial y por lo tanto un momento dipolar, formando una molécula polar.

c) La molécula presenta enlace polares C-Cl, debido a su forma molecular tetraédrica, la resultante vectorial sería cero, ya que las fuerzas vectoriales son iguales, pero en sentidos

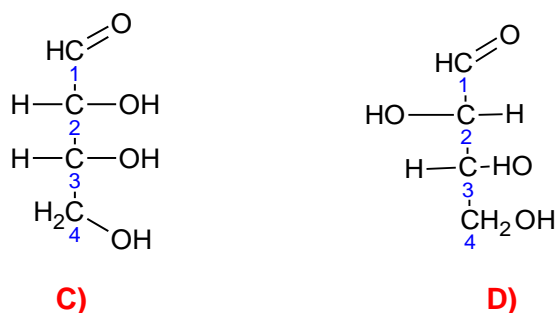
opuestos, por lo cual se anulan, no existiendo un momento dipolar para la molécula resultando ser una molécula apolar.

### 1.3.2 Configuración Absoluta

Recordaremos que los estereoisómeros representan isómeros en los cuales los átomos de las moléculas presentan una orientación diferente en el espacio y pueden ser enantiómeros (las moléculas son imagen en el espejo una de otra) o diastereómeros, (las moléculas no son imágenes en el espejo una de otra), así tenemos:



**b)** Representa la imagen especular de **a)** por lo cual **a)** y **b)** representan un **par de enantiómeros**

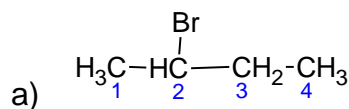


Los compuestos **C)** y **D)** **no representan imágenes especulares** uno de otro, se observa únicamente el C # 2 invertido, se dice entonces que **C)** y **D)** representan un par de **diastereómeros**

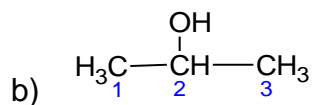


Ejercicios:

Indique si las moléculas dadas a continuación presentan estereoisómeros, si es así, dibuje las representaciones estereoisoméricas



2-bromobutano



2-propanol

Solución: a) la estructura presenta un centro quiral en el C número 2, (el carbono está unido a cuatro grupos diferentes) por lo cual presentará estructuras estereoisoméricas:



b) El 2-propanol carece de centro quiral, por lo cual no presenta estructuras estereoisoméricas.

En el caso de los dos estereoisómeros del 2-bromobutano, ¿Cuál de las dos estructuras es correcta? ¿Cambia el nombre del compuesto? ¿Cómo escribir correctamente la estructura de un estereoisómero? ¿Hacia dónde deberán orientarse cada uno de los grupos unidos al centro quiral?

Las respuestas a estos cuestionamientos indican que el nombre del compuesto no cambia, ambas pertenecen al 2-bromobutano, pero ¿cómo identificar el estereoisómero correspondiente? Sólo existe una forma de identificar cada estructura estereoisomérica, esto es mediante su **configuración absoluta**, empleando el **sistema R, S**. (**R** del latín *rectus*, derecha y **S** del latín *sinister*, izquierda).

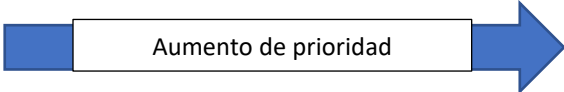
Carey & Giuliano citan en su texto de Química Orgánica el concepto de configuración absoluta “El arreglo espacial tridimensional exacto de los sustituyentes en un centro quiral constituye su configuración absoluta”

¿En qué consiste el sistema R, S? Es un sistema que nos ayuda a designar la configuración de un centro quiral o estereomérico, basado en el orden de prioridad de los grupos unidos al centro quiral. El sistema fue diseñado por Cahn, Ingold y Prelog en 1950.

Para designar el orden de prioridad de los grupos unidos a un centro quiral se asignan ciertas reglas:

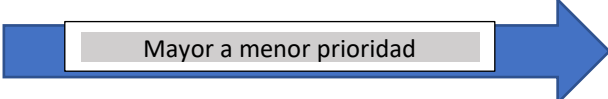
1) Los átomos unidos al centro quiral se les asigna una prioridad basada en su número atómico, estableciendo la mayor prioridad al átomo con mayor número atómico, lo indicamos en la escala siguiente:

	<b>-H</b>	<b>-CH<sub>3</sub></b>	<b>-NH<sub>2</sub></b>	<b>-OH</b>	<b>-SH</b>	<b>-Cl</b>	<b>-Br</b>	<b>-I</b>
No. atómico	1	6	7	8	16	17	35	53

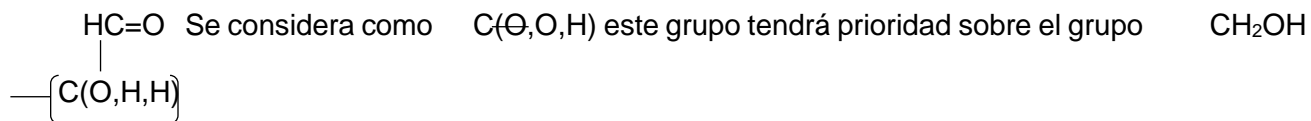


2) Cuando los átomos unidos directamente al centro quiral son iguales (presentan el mismo número atómico) se tomará el siguiente átomo para asignar el orden de prioridad:

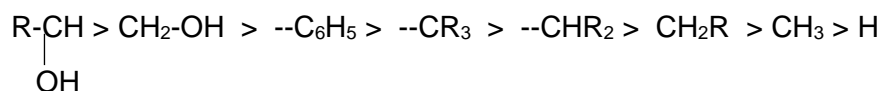
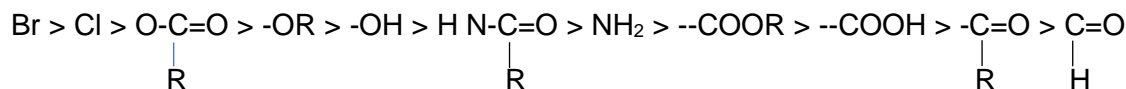
	<b>-CH<sub>2</sub>-Cl</b>	<b>-CH<sub>2</sub>-OH</b>	<b>-CH<sub>2</sub>-NH<sub>2</sub></b>	<b>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub></b>	<b>-CH<sub>2</sub>-H</b>
No. atómico	17	8	7	6	1



3) Cuando un átomo se encuentra unido en un enlace doble o triple a otro átomo se considera que se repite como sustituyente en ese átomo



De forma general el orden de prioridades de los diferentes grupos será:



Ejercicios:

Asigne prioridades a los siguientes grupos mostrados a continuación:



Solución:

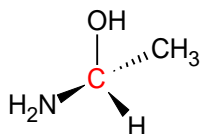
a) El grupo  $-\text{CH}_2\text{OH}$  tiene mayor prioridad que el grupo  $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ , en ambos grupos el átomo unido a un centro quiral es igual, el átomo de carbono, entonces tomaremos el segundo átomo: en el primer grupo el C unido a O y en el segundo grupo el C unido a C presentando mayor prioridad el O (número atómico 8) que el C (número atómico 6).

b) El grupo  $-\text{NH}_2$  presenta mayor prioridad que el  $-\text{CH}_3$  ya que el átomo unido directamente al centro quiral será, en el primer grupo el N y en el segundo grupo el C siendo los números atómicos 7 para el N y 6 para el C.

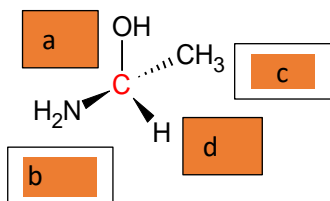
### 1.3.3. Determinación de la Configuración Absoluta en Compuestos Quirales.

Basados en la asignación del orden de prioridades, como primer paso para asignar la configuración absoluta, el sistema R, S continúa con las etapas siguientes:

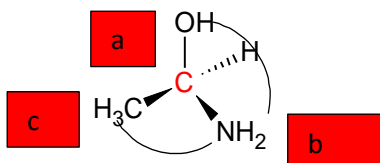
1) Identificar el centro quiral y sus cuatro grupos sustituyentes



2) Asignamos prioridades a los grupos sustituyentes: a,b,c,d siendo a el de mayor prioridad, b segundo en prioridad y así sucesivamente.

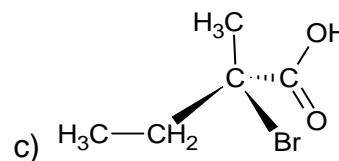
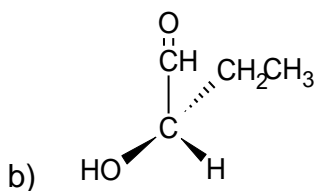
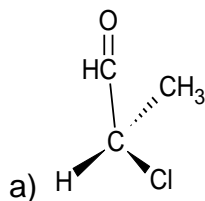


3) Orientamos la molécula en el espacio de tal manera que el grupo de menor prioridad quede lo más alejado de mi vista. (Se aconseja construir la estructura tetraédrica con modelo de esferas y palillos, para comprender mejor la orientación y el giro dado a la estructura).

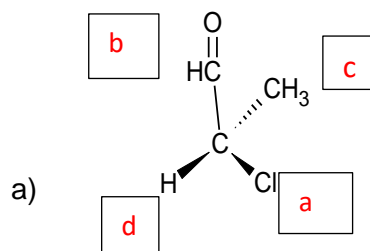


4) Si el sentido de orientación de los grupos se encuentra en sentido de las manecillas del reloj, la configuración se asigna como **R** (del latín rectus, derecho). Si la orientación de los grupos se encuentra en sentido contra las manecillas del reloj la configuración se asigna como **S** (del latín sinister, izquierdo).

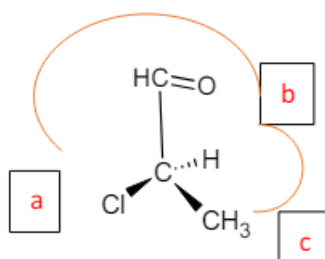
Ejercicio: Asigne configuración R o S a los siguientes compuestos:



Solución: Compuesto a) Paso 1: ubicado el centro quiral designamos prioridades a los cuatro grupos sustituyentes:

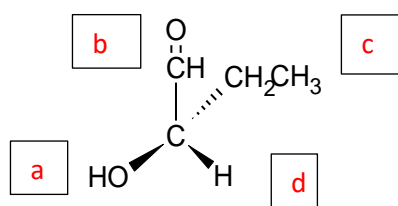


Paso 2: Orientamos la molécula de forma que el grupo de menor prioridad quede lo más alejado de la vista del observador:

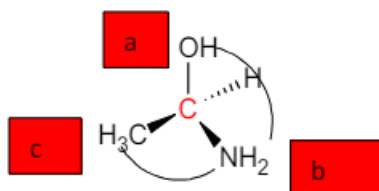


Paso 3: El orden de los grupos llevan el sentido de las manecillas del reloj, por lo cual la configuración del compuesto será **R**, nombraremos el compuesto como **(R)-2-cloropropanal**

Compuesto b.) Paso 1: ubicado el centro quiral designamos prioridades a los cuatro grupos sustituyentes:

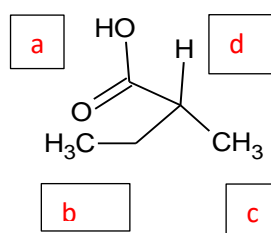


Paso 2: Orientamos la molécula de forma que el grupo de menor prioridad quede lo más alejado de la vista del observador:

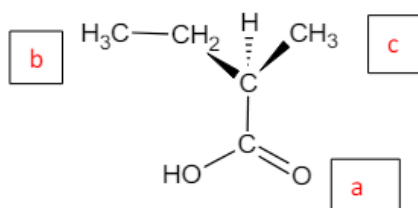


Paso 3: El orden de los grupos llevan el sentido en contra de las manecillas del reloj, por lo cual la configuración del compuesto será **S**, nombraremos el compuesto como **(S)-2-hidroxibutanal**.

Compuesto C:) Paso 1: ubicado el centro quiral designamos prioridades a los cuatro grupos sustituyentes:



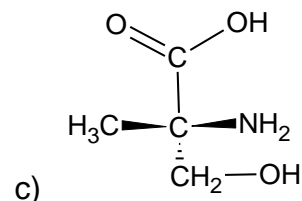
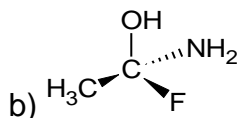
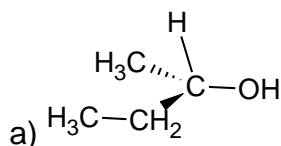
Paso 2: Orientamos la molécula de forma que el grupo de menor prioridad quede lo más alejado de la vista del observador:



Paso 3: El orden de los grupos llevan el sentido de las manecillas del reloj, por lo cual la configuración del compuesto será **R**, nombraremos el compuesto como **ácido- (R)-2-metilbutanoico**.

### Problemas propuestos:

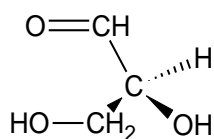
Determine configuración absoluta (R o S) a los siguientes compuestos, como sugerencia para facilitar la rotación de la molécula emplee un modelo de esferas y palillos, previamente construido en clases.



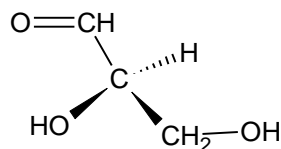
### 1.3.4 Proyecciones de Fisher

Las estructuras estudiadas con anterioridad corresponden a la proyección tridimensional de las moléculas orgánicas, enfatizando el centro quiral en estructura tetraédrica, pero ¿cómo podremos representar más fácilmente aquellas moléculas que poseen más de un centro quiral, un ejemplo de ello serían las estructuras de los monosacáridos.

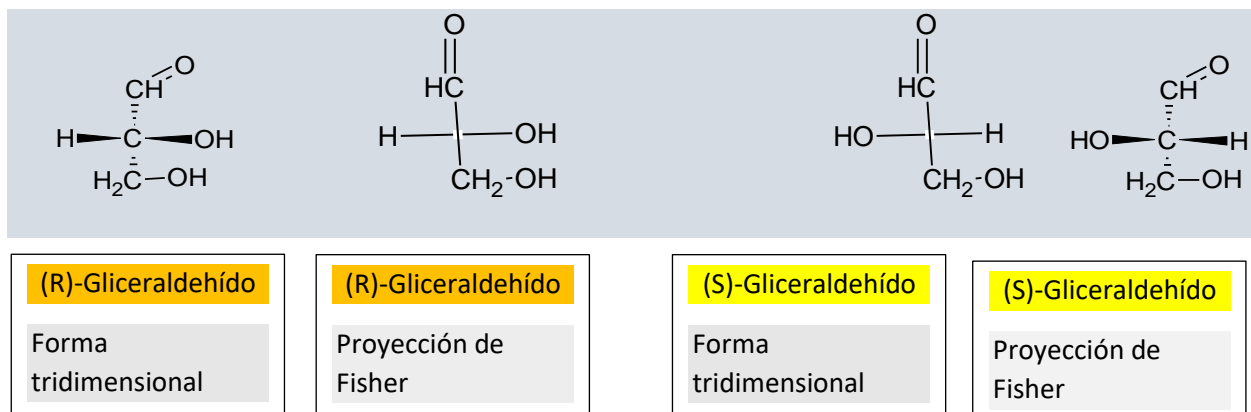
La estructura base de los monosacáridos, el gliceraldehído, presenta un par de enantiómeros:



(R)-Gliceraldehído

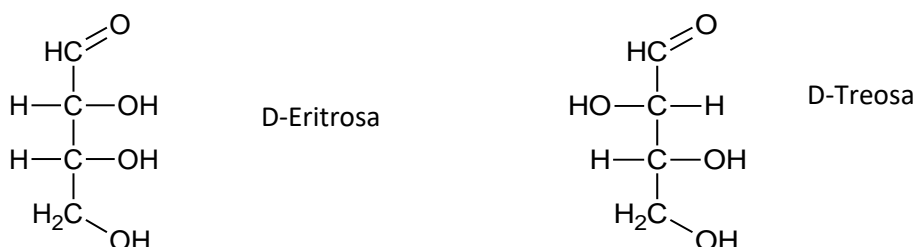


(S)-Gliceraldehído



Nota: En la proyección tridimensional las cuñas en negritas representan enlaces proyectados adelante del plano, los enlaces con líneas indican grupos hacia atrás del plano.

En la proyección de Fischer el centro quiral presenta una línea horizontal orientados hacia adelante del plano, la línea vertical indica orientación hacia atrás del plano.



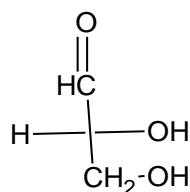
Ambas proyecciones de Fisher representan un par de diastereómeros, sólo el carbono 2 se encuentra invertido. Cada una de las estructuras posee dos centros quirales o estereoméricos.

### 1.3.5 Sistemas de Nomenclatura D,L

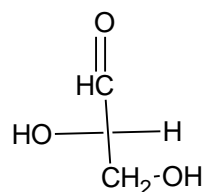
Identificamos las estructuras de compuestos orgánicos basándonos en su configuración absoluta, el sistema R,S nos ayuda a relacionar el nombre y su configuración de acuerdo a la orientación de los grupos sustituyentes alrededor del centro quiral. En el caso de los carbohidratos, los aminoácidos se designan por un sistema llamado D,L el cual fue propuesto



por Fisher en 1891. Las configuraciones relacionadas con el sistema D,L son las configuraciones relativas y el compuesto de referencia para asignarlas es el gliceraldehído, así tenemos:



D-gliceraldehído



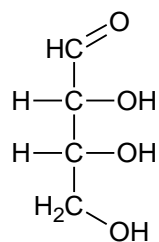
L-gliceraldehído

La configuración D-gliceraldehído indica que el grupo hidroxilo (OH) unido al centro quiral está orientado a la derecha. A la izquierda, en cambio, en su enantiómero L-gliceraldehído el grupo hidroxilo se encuentra orientado a la izquierda del centro quiral.

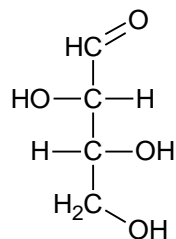
La asignación de la configuración de los monosacáridos se realiza identificando el centro quiral más alejado del grupo carbonilo, este centro quiral se le nombra penúltimo carbono. (por su posición junto al último carbono de la cadena de carbonos; así tenemos que los D-monosacáridos son los monosacáridos que en su último centro quiral (penúltimo carbono) presentan una configuración igual al D- gliceraldehído.

Los monosacáridos que se encuentran en la naturaleza presentan configuración relativa D, forman la familia D- de los monosacáridos como son las D-aldotetrosas, D-aldopentosas y las D- aldohexosas.

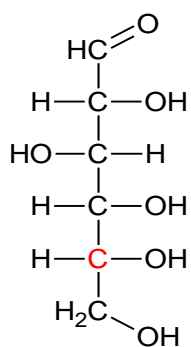
No debemos olvidar otro grupo de monosacáridos que no pertenecen a las aldosas, son cetosas, un ejemplo de éstas es la D-fructuosa.



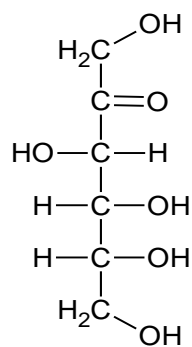
D-Eritrosa



D-Treosa



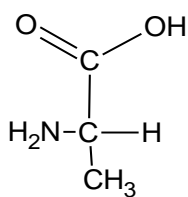
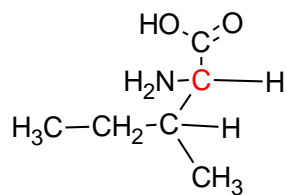
D- glucosa (aldosa)



D- fructuosa (Cetosa)

C representa el último centro quiral (penúltimo carbono)

Contrario a la configuración relativa de los monosacáridos, se presentan las configuraciones relativas de los aminoácidos, en la naturaleza, la mayoría de los  $\alpha$  – *aminoácidos* presentan configuración L, así tenemos:

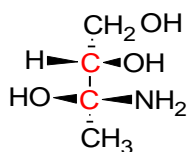
L-Alanina, el grupo  $\text{NH}_2$  se orienta a la izquierda del centro quiral

L-isoleucina

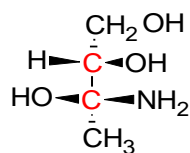
### 1.3.6 Sistema de Nomenclatura R,S

Con anterioridad el sistema de nomenclatura R,S fue abordado en el estudio de la configuración absoluta, haciendo referencia a compuestos de un solo centro quiral, ahora estudiaremos compuestos que presentan más de un centro quiral (como los diastereómeros) ¿Cómo podemos determinar el número de estereoisómeros posibles para un compuesto con  $n$  número de centros quirales? La relación  $2^n$  nos indicará el número de máximo de estereoisómeros posibles para un compuesto, Ejemplo: Un compuesto con dos centros estereoméricos presentará  $2^2$  estereoisómeros, es decir, 4 estereoisómeros. Un compuesto con cuatro centros quirales, presentará 16 estereoisómeros, ( $2^4$ )

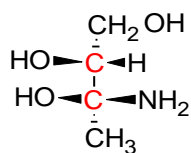
**Ejercicio:** Dibuje los posibles estereoisómeros para el compuesto siguiente, indicando si se trata de enantiómero o diastereómero



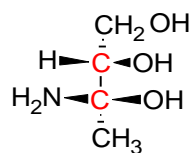
Solución:



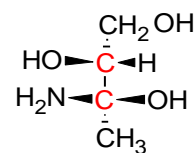
A



B



C



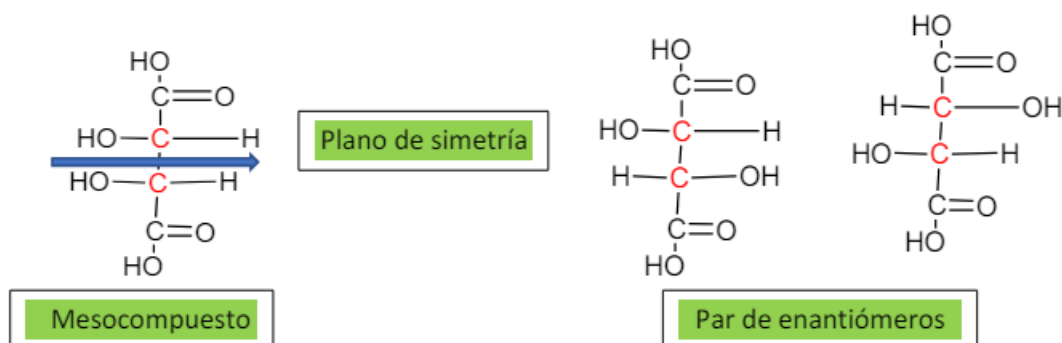
D

B es diastereómero de A presenta el C # 2 invertido

C es diastereómero de A el C # 3 se encuentra invertido

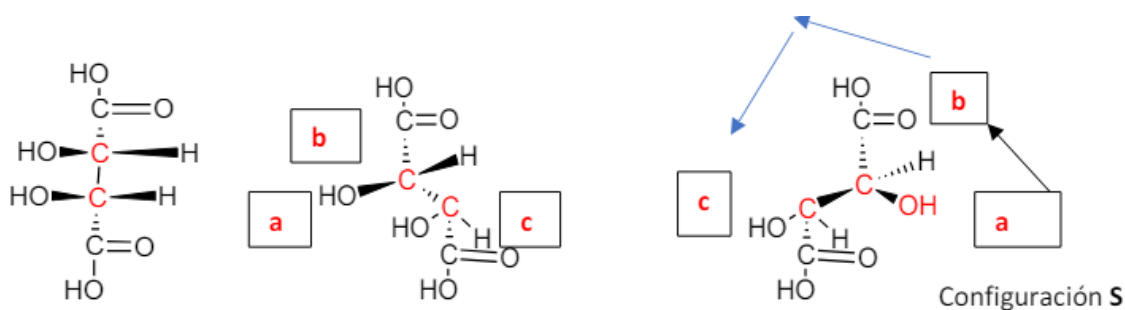
D es enantiómero de A, los dos centros quirales en D se han invertido, D representa la imagen especular de A.

Pueden presentarse compuestos que presentan centros quirales, sin embargo, puede ser un compuesto aquiral, ¿Por qué ocurre esto? Porque se presenta un plano de simetría (plano que divide a la molécula en dos partes iguales), a esta clase de compuestos se les llama **mesocompuestos** o compuestos **meso**. El ácido tartárico (ácido 2,3-dihidroxitetranodioico):

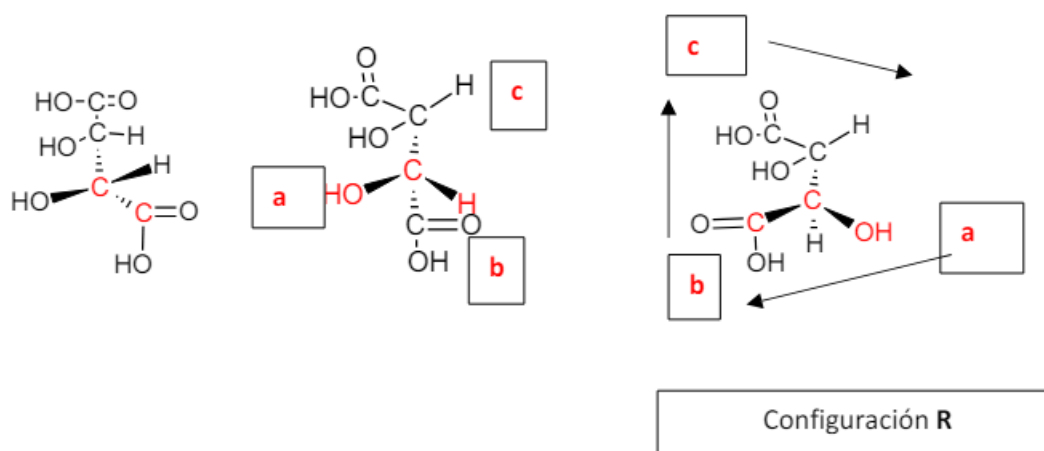


La configuración absoluta, aplicando el sistema R, S para el mesocompuesto sería:

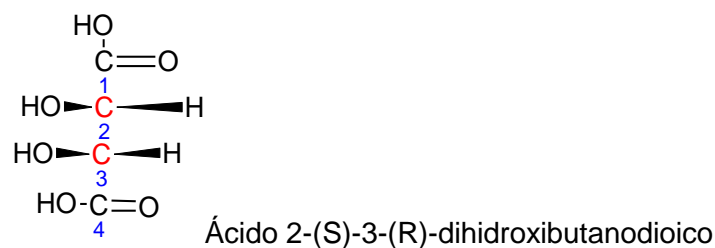
Para el primer centro quiral: (carbono # 2 de la cadena)



Configuración del segundo centro quiral (carbono # 3 de la cadena)



La designación del nombre para el mesocompuesto en el sistema **R, S**:



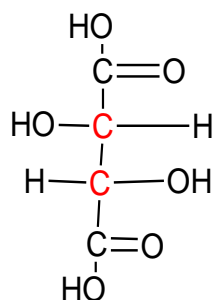
### 1.3.7 Correlación de la Configuración Absoluta

Anteriormente se explicó la relación entre la configuración absoluta y la configuración D, L fundamentadas en la configuración del Gliceraldehído. Los carbohidratos, aminoácidos, terpenos y esteroides entre otros compuestos de gran importancia bioquímica se designan con la configuración D y L., propuesta por E.Fischer en 1891, asignando arbitrariamente al D-gliceraldehído una rotación específica positiva (+)  $+13.5^\circ$  y a su enantiómero L-gliceraldehído una rotación específica negativa(-)  $-13.5^\circ$ .

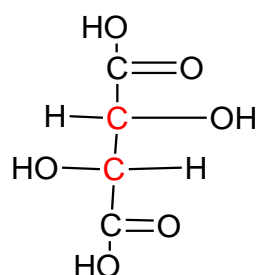
Tiempo después mediante cristalografía de rayos X se pudo verificar que la propuesta de Fischer resultó correcta: el D-gliceraldehído era dextrorrotatorio-hacia girar el plano de la luz polarizada hacia la derecha- mientras el L-gliceraldehído lo hacía girar en sentido contrario, llamándolo levorrotatorio, así tenemos las configuraciones relativas para ambos enantiómeros como D-(+)-gliceraldehído y L-(-)-gliceraldehído. Se dice que los compuestos cuyas configuraciones están relacionadas con D- (+)-gliceraldehído conforman la familia D en los monosacáridos y los compuestos relacionados con L-(-)-gliceraldehído pertenecen a la familia L. Ahora se conoce la configuración absoluta de un compuesto una vez que se ha correlacionado con la configuración del gliceraldehído.

#### 1.4 Actividad Óptica.

Un par de enantiómeros poseen las mismas propiedades física-el mismo punto de ebullición o fusión, densidad y solubilidad en agua- ¿Qué propiedad física identifica entonces un enantiómero de otro? Esta propiedad se conoce como **actividad óptica**, la cual indica el comportamiento del compuesto frente a la **luz polarizada**.



Acido D-tartárico



Ácido L-tartárico

Algunas propiedades físicas de los enantiómeros y mesocompuesto del ácido tartárico:			
	Ácido-D-(-)-tartárico	Ácido L-(+)-tartárico	Mesocompuesto
Rotación específica	-12.7	+12.7	0
Punto de fusión(°C)	171-174	171-174	146-148
Densidad <sup>a</sup> 20°C(g/100mL)	1.7598	1.7598	1.660
Solubilidad en agua <sup>a</sup> 20°C(g/cm <sup>3</sup> )	139	139	125

¿Qué es la luz polarizada? La luz ordinaria está formada por ondas que se propagan en todos los planos perpendiculares, pero si la radiación electromagnética que se propaga solamente en un plano- planos paralelos- es la luz polarizada en un plano. **La actividad óptica se presenta cuando un compuesto hace girar el plano de la luz polarizada.**

¿Cómo podemos determinar la actividad óptica de un compuesto? Lo podremos hacer empleando un polarímetro, mediante el cual determinaremos la capacidad de los compuestos para **hacer girar el plano de la luz polarizada.**

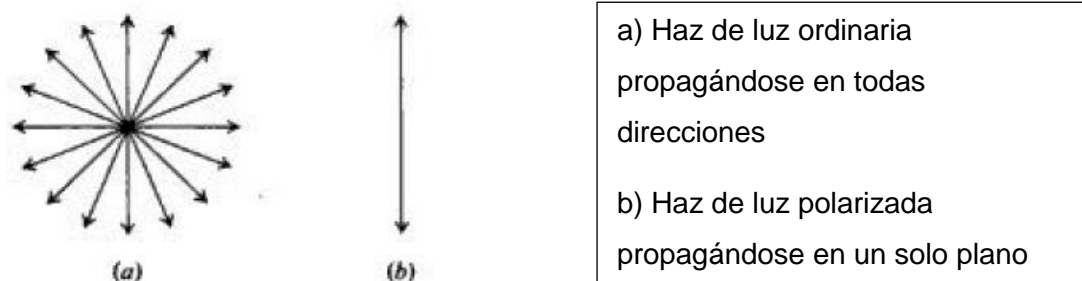


Imagen 4. Manuel.A, (2012)

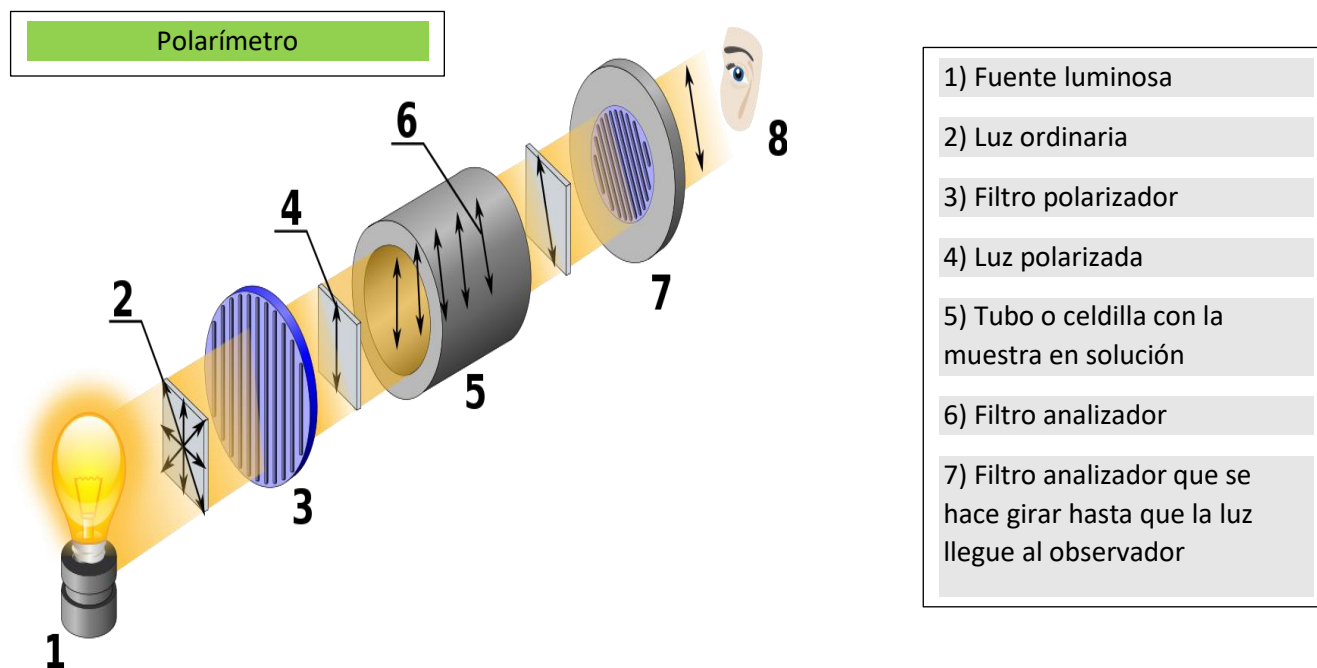


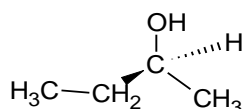
Imagen 5. Kaidor,(2013)

Quando un compuesto hace girar el plano de la luz polarizada hacia la derecha en el polarímetro, se dice que es dextrorrotatorio, si lo hace girar a la izquierda se dice que es levorrotatorio. Si un compuesto es dextrorrotatorio, se indica con un signo positivo (+) y si es un compuesto levorrotatorio se indica con un signo negativo (-). Para un par de enantiómeros uno de los enantiómeros es dextrorrotatorio y levorrotatorio el otro enantiómero. Los valores de las rotaciones específicas son iguales, pero de signos contrarios (verificar estos valores en el cuadro presentado con anterioridad en las propiedades físicas del ácido tartárico).



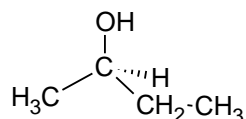
Es importante observar que las configuraciones en la nomenclatura R, S no necesariamente la estructura D de algunos compuestos implica comportamiento dextrorrotatorio- que si aplica para el caso del gliceraldehído y la familia D de los monosacáridos. De igual manera, no todos los compuestos que poseen configuración L indica necesariamente que son levorrotatorios,

Para configuraciones absolutas, R, S de los enantiómeros del 2-butanol tendremos:



(S)-(+)-2-butanol

$$[\alpha]_{25} + 13.52$$



(R)-(-)-2-butanol

$$[\alpha]_{25} - 13.52$$

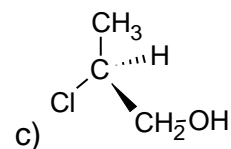
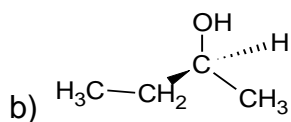
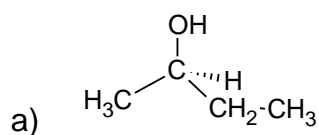
Los datos nos indican los valores para los enantiómeros R y S del 2-butanol, su rotación específica a 25°C empleando la línea D del sodio, muestran el mismo valor para ambos enantiómeros, pero con signos contrarios.

### Mezclas racémicas

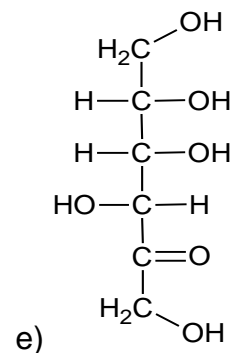
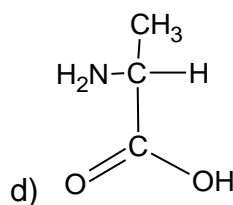
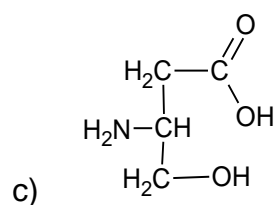
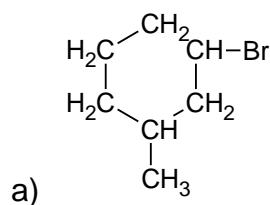
Cuando se presenta una mezcla equimolecular de un par de enantiómeros, se dice que es una mezcla racémica (del latín *racemus* racimo de uvas). La mezcla racémica contiene el mismo número de moléculas dextrorrotatorias que levorrotatorias, por lo cual su rotación específica es igual a cero, siendo ópticamente inactiva. Se indica la mezcla agregando el signo (+) y el signo (-).

Ejercicios complementarios:

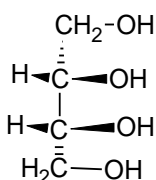
1.- ¿Qué moléculas presentan configuraciones S?



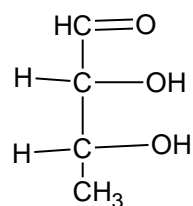
2.- Marque los centros quirales o centros estereoméricos para las moléculas indicadas:



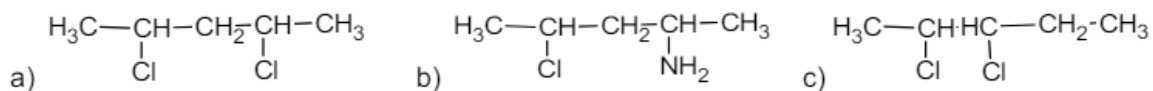
3. El compuesto mostrado, indicar si se trata de un mesocompuesto, dibujar sus enantiómeros posibles



4.- Indique cuántos estereoisómeros serán posibles en el compuesto mostrado, escriba un par de enantiómeros, un par de diastereómeros. ¿Cuáles configuraciones podrían presentar actividad óptica? ¿Existen compuestos meso?



5.- Un estereoisómero meso es posible para una de las estructuras mostradas a continuación, indique para cuál sería posible.



## TEMA 2: REACCIONES ORGÁNICAS E HIDROCARBUROS SATURADOS

### 2.1 Las Reacciones Orgánicas

#### 2.1.1 Concepto de Reacción Química

En la química orgánica una reacción implica los procesos químicos involucrados en la formación de los compuestos orgánicos. Las reacciones orgánicas pueden clasificarse de manera general como:

- a) Reacciones de sustitución
- b) Reacciones de eliminación
- c) Reacciones de condensación
- d) Reacciones de óxido-reducción
- e) Reacciones de transposición

Considerando otros factores particulares, las reacciones orgánicas, entre otras pueden ser:

Reacciones fotoquímicas, reacciones por formación de radicales libres, reacciones estereoselectivas, reacciones estereoespecíficas.

Las reacciones químicas se consideran la parte fundamental de la química orgánica, de ellas dependen las transformaciones de los compuestos orgánicos formando nuevos compuestos con propiedades diferentes.

A través del estudio de las reacciones químicas podremos proponer la síntesis de nuevos compuestos aplicados a la industria de los alimentos que nos conduzcan a la propuesta de nuevos productos o mejorando la calidad de los productos ya conocidos en el mercado.

La comprensión de los diferentes tipos de reacciones y sus mecanismos nos permitirán la sintetizar nuevos productos en las áreas de la bioquímica, ciencias de los materiales, la industria, entre otras.

### ***2.1.2 Definición de Sustrato, Reactivo y Producto***

El concepto de sustrato es aplicable en el área bioquímica y se dice que es todo compuesto o molécula sobre la cual actúan las enzimas- catalizadores biológicos- cuando un **sustrato** se une a una enzima, ésta provocará la reacción química sobre dicho sustrato transformándolo en un nuevo producto o productos, sin afectar a la enzima.

A diferencia de las reacciones bioquímicas, donde las transformaciones de los compuestos ocurren por acciones enzimáticas, en las reacciones orgánicas no enzimáticas el reactivo o **reactivos** son los compuestos que se transforman en nuevos compuestos llamados **productos**.

### ***2.1.3 Concepto de Velocidad de Reacción***

¿Cómo podemos entender el concepto velocidad de reacción? La velocidad de una reacción se expresa como el número de moles por litro de reactivo(s) que se transforma en producto por unidad de tiempo.

Para describir la velocidad de una reacción, debe determinarse la concentración de un reactivo(s) o producto a diferentes intervalos de tiempo según ocurra la reacción. (Witten-Davis-Peck & Standley, 2015)

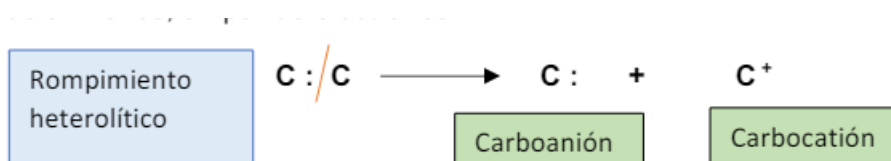
Existen factores determinantes en la velocidad de una reacción:

- a) Naturaleza de los reactivos
- b) Concentración de los reactivos
- c) Temperatura
- d) Presencia de un catalizador

El estudio y la comprensión de los factores mencionados es fundamental para los procesos mediante los cuales se producen las reacciones, estableciéndose las bases de la cinética química. Witten-Davis-Peck & Standley. Química. (2015)

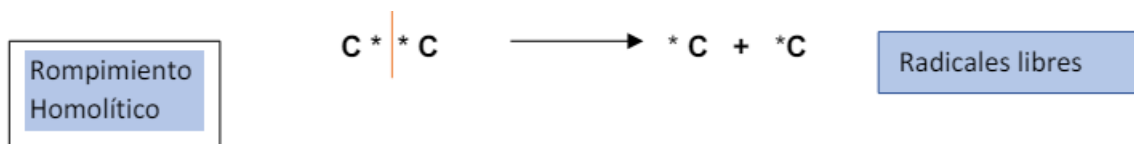
#### 2.1.4 Tipos de Rupturas de Enlaces (Homolíticas y Heterolíticas)

¿Cómo ocurre el rompimiento de los enlaces en las moléculas orgánicas? Existen dos formas en las cuales puede ocurrir el rompimiento de un enlace en las moléculas orgánicas: la ruptura de forma homolítica y la ruptura de forma heterolítica. Recordemos que los enlaces covalentes en las moléculas orgánicas están caracterizados por la compartición de al menos, un par de electrones:



En la ruptura heterolítica el rompimiento ocurre de forma heterogénea, uno de los carbonos conserva el par de electrones de enlace, adquiriendo una carga negativa, si el átomo es carbono se le nombra **carboanión**, el otro carbono adquiere carga positiva (perdió su electrón de enlace) y se le nombra **carbocación**, la mayoría de las reacciones en química orgánica

ocurren mediante rupturas heterolíticas, formando carbocationes en los mecanismos de una reacción.

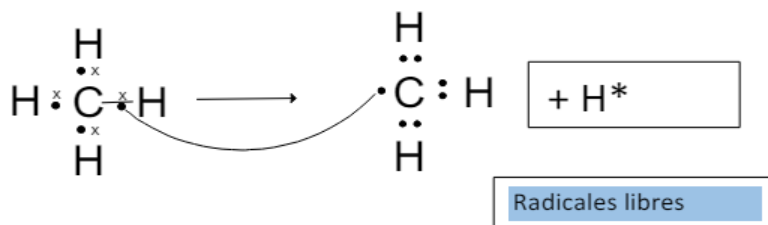


El rompimiento homolítico ocurre de manera homogénea, es decir, después de la ruptura de enlace, cada átomo se quedará con un electrón, los átomos que poseen un electrón producto de ruptura homolítica se conocen como radicales libres, siendo partículas inestables, altamente reactivas.

Los radicales libres se generan en las células durante los procesos metabólicos; en el medio ambiente también se generan radicales libres por la acción de los rayos ultravioleta.

Los radicales libres en ocasiones se acumulan en las células y dañan otras moléculas, como el ADN, los lípidos y las proteínas. Es posible que este daño aumente el riesgo de cáncer y otras enfermedades. (NIH, 2024)

Ejemplo de ruptura homolítica en el metano:



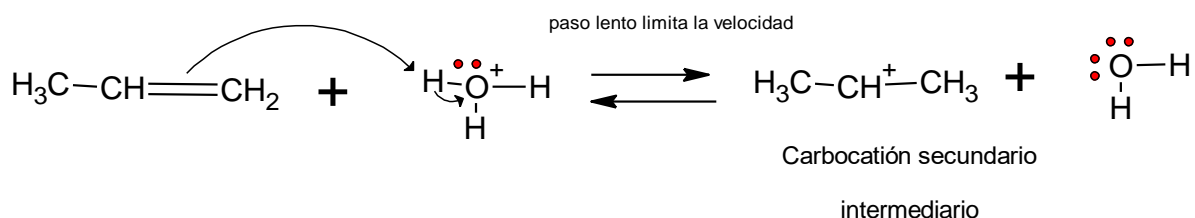
### 2.1.5 Mecanismos de Reacción. Concepto. Notaciones.

¿Qué es un mecanismo de reacción?, citando a Whitten en su texto indica que “un mecanismo de reacción es la secuencia de pasos fundamentales en que los reactivos se convierten en productos”

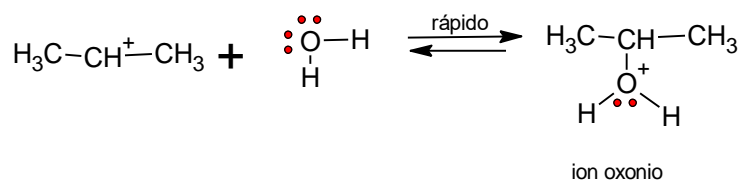
El mecanismo de una reacción nos muestra las etapas o pasos secuenciales en que los reactantes se convierten en productos, es decir, el mecanismo de la reacción muestra las etapas en que ocurre una reacción específica. Algunas reacciones ocurren en un solo paso; la mayoría de las reacciones ocurren en varios pasos fundamentales, la trayectoria desde el paso inicial hasta el paso final constituye el mecanismo de reacción.

Mecanismo de reacción: Hidratación del propeno catalizada por un ácido:

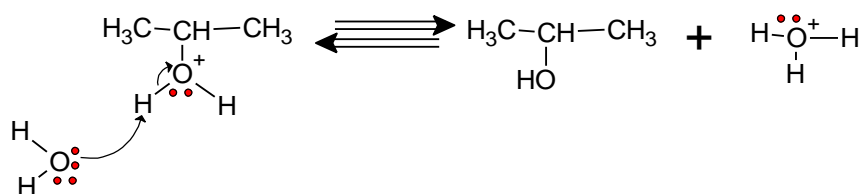
**Paso 1:** La transferencia de un protón del catalizador ácido al propeno, forma el carbocatión secundario intermediario



**Paso 2:** La reacción del carbocatión intermediario (un ácido de Lewis) con agua, da lugar al ion oxonio



**Paso 3:** La transferencia del protón del ion oxonio al agua da lugar al alcohol y genera una nueva molécula de catalizador



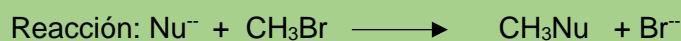
### 2.1.6 Tipos de Reacción: Sustitución, Adición, Eliminación, Transposición, Óxido-Reducción.

**Reacciones de sustitución:** Las reacciones de sustitución son aquellas en que un átomo reemplaza a otro átomo de un compuesto o molécula, en las reacciones orgánicas se les conoce como **reacciones de sustitución nucleofílica**, ya que interviene como reactivo una molécula que dona un par de electrones no compartido para formar un nuevo enlace.

**Las bases de Lewis** al poseer un par de electrones no compartidos **pueden donar un par de electrones para formar un enlace** con algún otro átomo, a estas bases se le nombra **nucleófilos** (“buscadores de núcleos”). Lo contrario son los ácidos de Lewis, electrófilos (“buscadores de electrones”) Estos términos son empleados para explicar los mecanismos de reacción de muchas de las reacciones orgánicas.

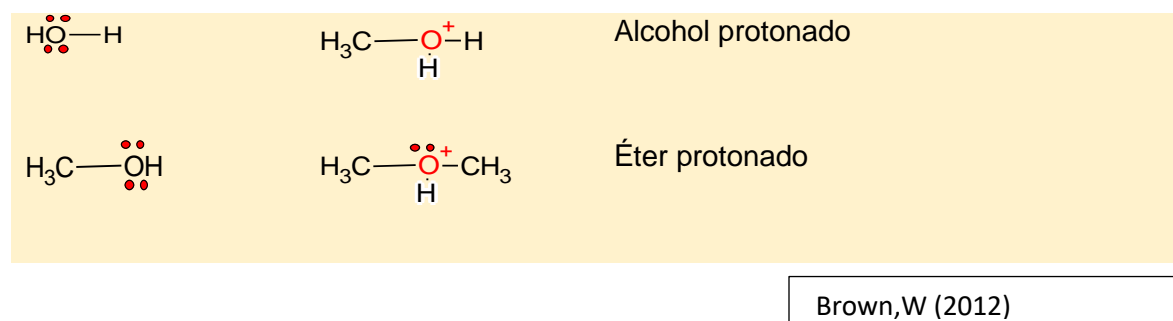
**Tabla 1**

*Algunas reacciones de sustitución nucleofílica*



Nucleófilo	Producto	Compuesto formado
$\text{:OH}^-$	$\text{H}_3\text{C}-\text{OH}$	Alcohol
$\text{RO}^-$	$\text{H}_3\text{C}-\text{OR}$	Éter
$\text{HS}^-$	$\text{H}_3\text{C}-\text{SH}$	Tiol (mercaptano)
$\text{:Cl}^-$	$\text{H}_3\text{C}-\text{Cl}$	Cloruro de alquilo

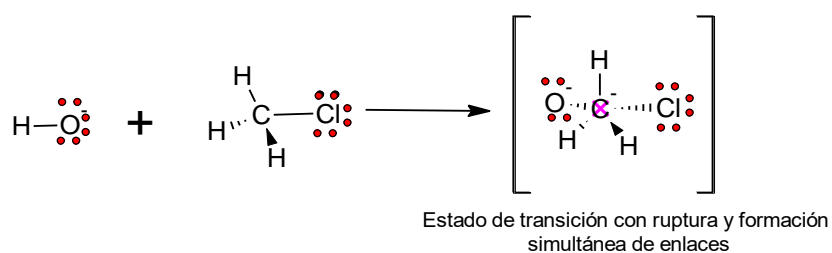




Existen dos tipos de mecanismo en las reacciones de sustitución:  $S_N2$  y  $S_N1$

Las reacciones  $S_N2$  indica que se trata de una reacción de sustitución (**S**) nucleofílica (**N**) bimolecular, ¿Cuál es su significado? Indica que en la reacción dos reactivos participan en la etapa que induce al estado de transición del paso limitante de la velocidad de la reacción.

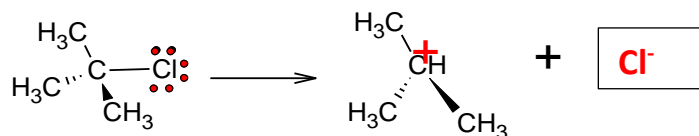
El ejemplo muestra una reacción de sustitución para obtener un alcohol-metanol- a partir de un halogenuro de alquilo-cloruro de metilo-. La reacción ocurre entre el ión hidróxido y el bromometano para formar metanol.



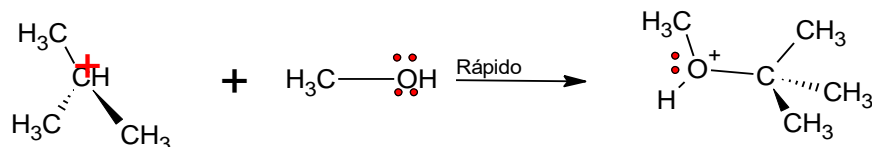
### Reacciones de Sustitución $S_N1$

Las reacciones  $S_N1$  indica que se trata de una reacción de sustitución (**S**) nucleofílica (**N**) unimolecular, ¿Cuál es su significado? Indica que en la reacción sólo participa un reactivo en la etapa que induce al estado de transición del paso limitante de la velocidad de la reacción.

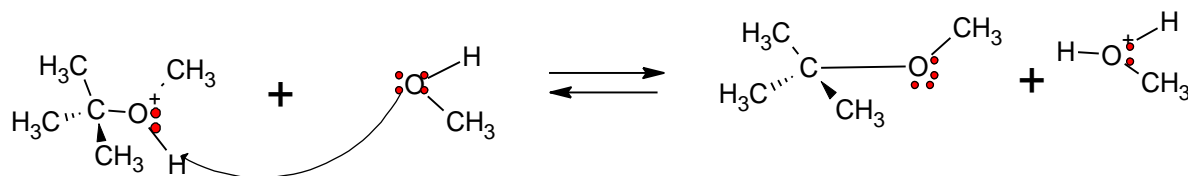
Paso 1: La ionización del enlace C---Cl genera un carbocatión intermediario



Paso 2: El metanol que es nucleófilo reacciona con el carbocatión intermedio



Paso 3: La transferencia del protón al metanol, formará terbutil metil éter

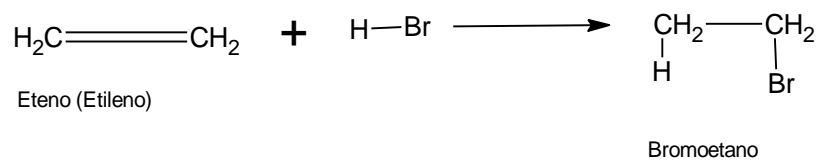


**Reacciones de adición:** Las reacciones de adición se caracterizan porque la reacción ocurre entre dos reactantes formando un solo producto principal, un grupo de átomos son adicionados, generalmente a un doble enlace.

Las reacciones de adición son reacciones características de los alquenos y compuestos carbonílicos como los aldehídos y cetonas, los alcoholes presentan también este tipo de reacciones.

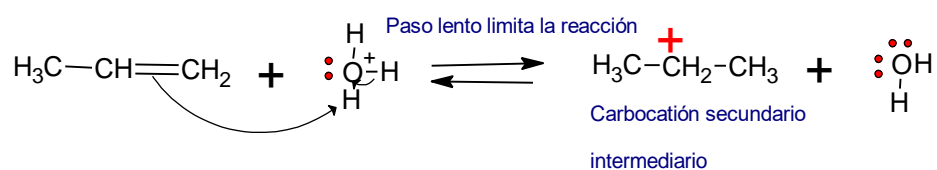
Las reacciones de adición pueden ocurrir mediante dos mecanismos: reacciones de adición electrofílica y reacciones de adición nucleofílica.

La adición de halogenuros de hidrógeno-reacciones de halogenación- es un ejemplo de reacción de **adición electrofílica:**

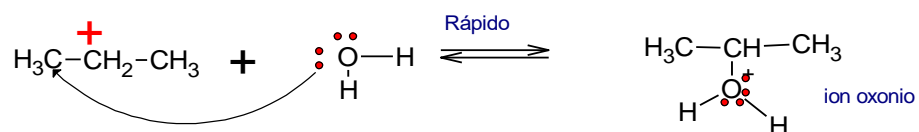


Reacción de hidratación de un alqueno para obtener un alcohol (Adición de un grupo  $\text{OH}^-$  a un alqueno para obtener un alcohol)

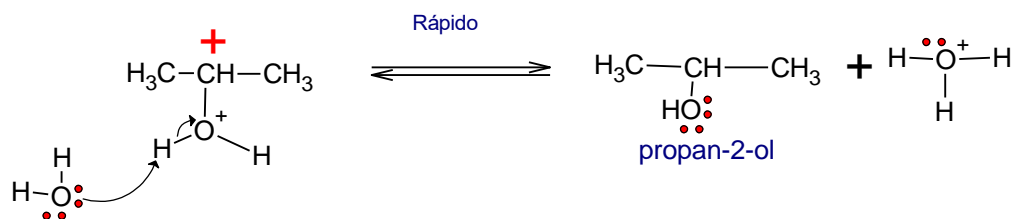
Paso 1: Transferencia de un protón-en este caso la molécula de agua protonada- forma un carbocatión secundario



Paso 2: El carbocatión formado (un ácido de Lewis) con el agua (una base de Lewis) forma un ion oxonio

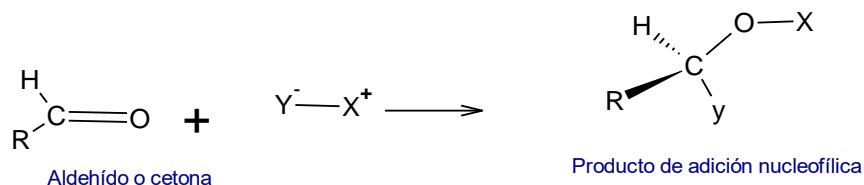


Paso 3: El protón transferido del ion oxonio al agua forma el alcohol y genera una nueva molécula de agua protonada

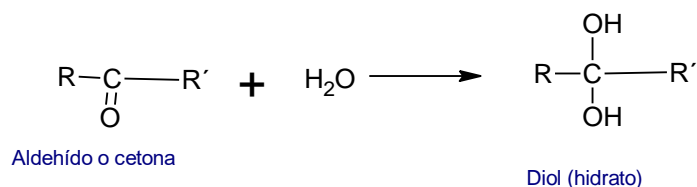


Adición Nucleofílica: Los compuestos carbonílicos, como los aldehídos y las cetonas, presentan marcada tendencia a sufrir reacciones de **adición nucleofílica**:

La reacción tiene lugar cuando un átomo o grupo polarizado con carga negativa ataca al carbono polarizado con carga positiva del grupo carbonilo.

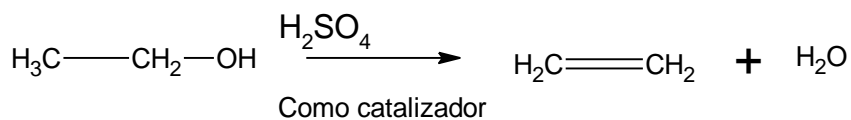


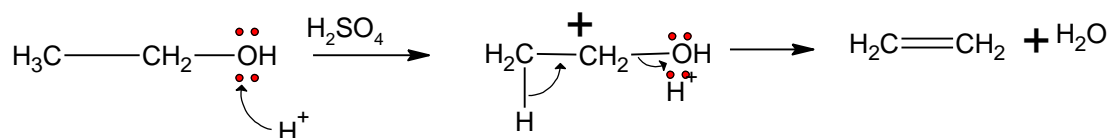
Las reacciones de hidratación de aldehídos y cetonas representan un ejemplo de reacciones de **adición nucleofílica**, el producto obtenido es un diol (dos grupos hidroxilo en el mismo carbono). (Carey & Giuliano, 2014).



**Reacciones de eliminación:** En las reacciones de eliminación un átomo o grupo es eliminado de un reactivo para formar un producto.

Los alcoholes pueden eliminar el grupo hidroxilo (OH<sup>-</sup>) mediante una reacción de deshidratación (eliminación de una molécula de agua) formando un alqueno:





1) La reacción inicia con la protonación del grupo hidroxilo del alcohol (el  $H^+$ ) proveniente del ácido empleado como catalizador de la reacción.

2) El grupo OH del alcohol al protonarse adquiere un exceso de carga (+) y promueve el rompimiento del enlace C—OH formando un carbocatión y eliminando una molécula de agua.

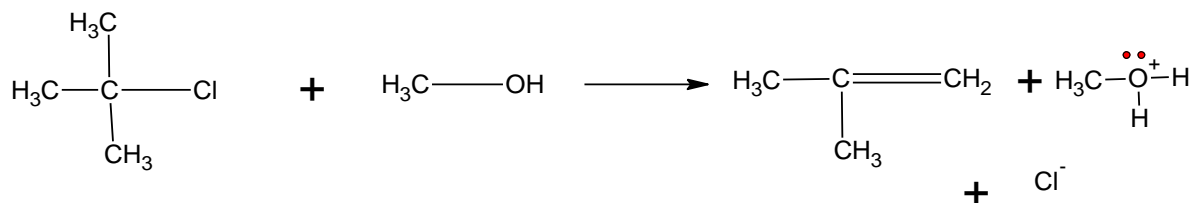
3) La estabilidad del carbocatión formado se promueve mediante la eliminación de H protonado de un carbono vecinal entonces el par de electrones de enlace C-H forman un doble enlace sobre el carbocatión produciendo un doble enlace.

Existen dos propuestas para los mecanismos de reacciones de eliminación:  $E_1$  y  $E_2$

Mecanismo  $E_1$ : **E** significa eliminación y **1** indica que participa una sola molécula en el estado de transición que define la velocidad de la reacción.

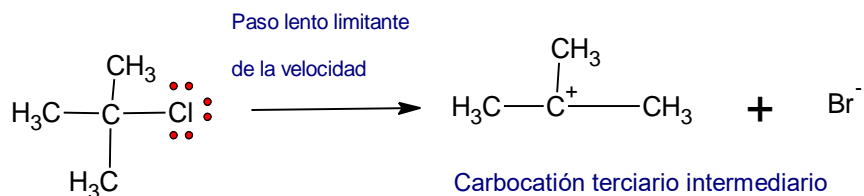
Un ejemplo de reacción de eliminación es la deshidrohalogenación de los halogenuros de alquilo para obtener un alqueno.

Reacción:

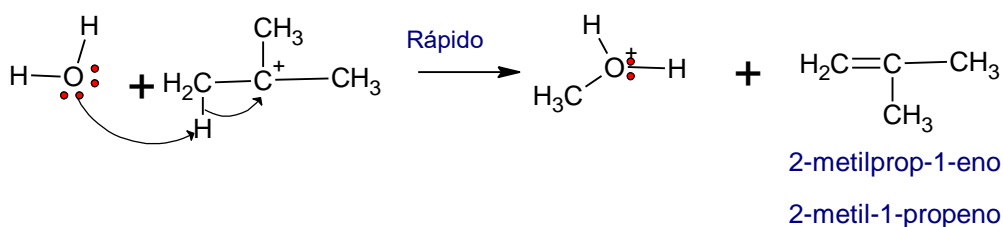


Mecanismo:

Paso 1: La ionización que limita la velocidad del enlace C-Cl forma un carbocatión

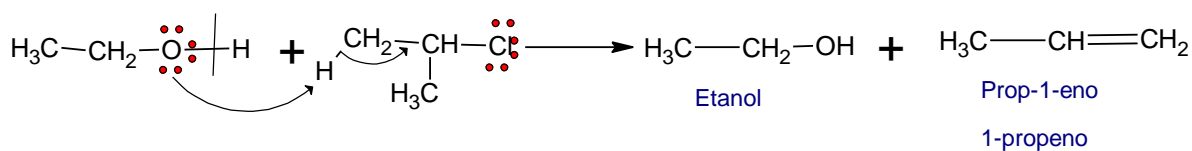


Paso 2: Se transfiere un protón del carbocatión intermediario a una molécula del alcohol para producir el alqueno



Mecanismo E<sub>2</sub>: **E** significa eliminación y **2** indica que participan dos moléculas (la base y el halogenuro de alquilo) en el estado de transición que define la velocidad de la reacción

En la eliminación E<sub>2</sub> la ruptura y formación de enlaces ocurren en forma simultánea

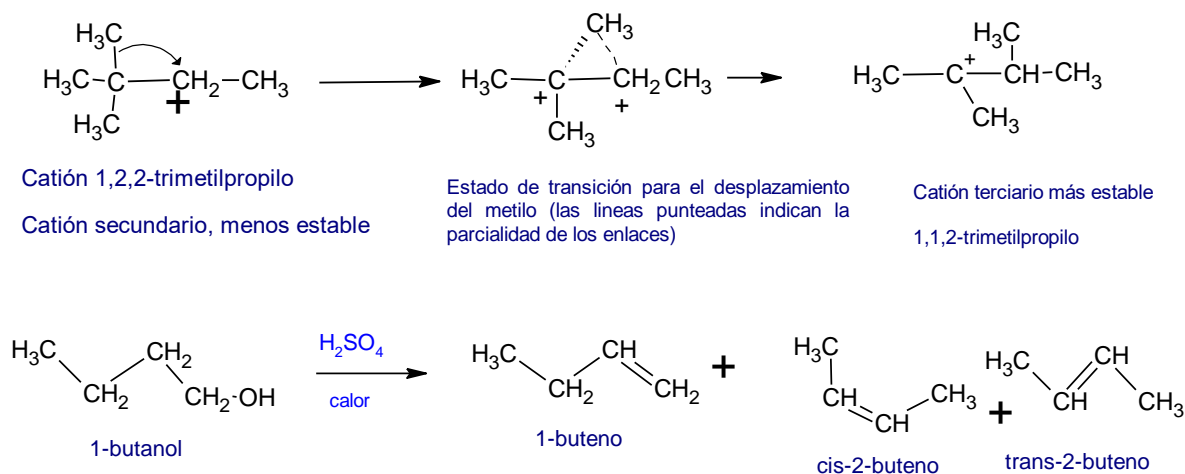


**Reacciones de transposición:** Algunas moléculas producen compuestos con estructuras diferentes a la de los compuestos iniciales, es decir, sufren un reordenamiento de su cadena carbonatada para producir un isómero estructural de la molécula inicial.

¿Por qué se producen las transposiciones? El reordenamiento de la estructura se debe principalmente al carbocatión producido durante el estado de transición, se producirá aquel carbocatión más estable y por lo tanto el producto obtenido también será más estable y se producirá con mayor rendimiento.

Ejemplo de una reacción de transposición (o reordenamiento) ocurre en la deshidratación de un alcohol

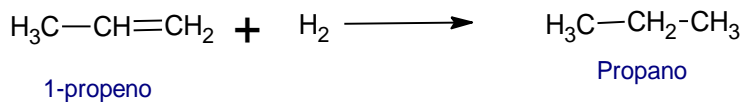
Transposición del carbocatión formado:



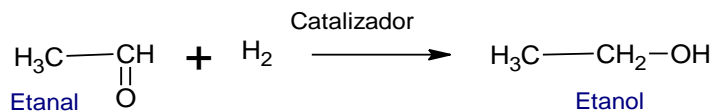
Reacciones de óxido-reducción. La oxidación indica pérdida de electrones, cuando un compuesto cede sus electrones entonces se oxida. Contrario a la oxidación es la reducción que indica ganancia de electrones, si los electrones aparecen en el lado izquierdo de una semirreacción balanceada, el compuesto ha ganado electrones y se ha reducido.

La reacción de hidrogenación de los alquenos es un ejemplo de una reacción de reducción, se indica como una reducción catalítica.

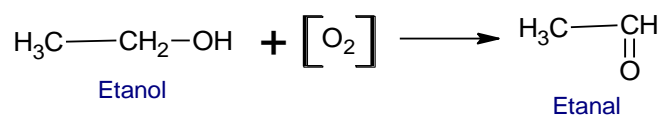
Los alquenos se reducen por acción del hidrógeno y un catalizador ( Ni, Pd o Pt)



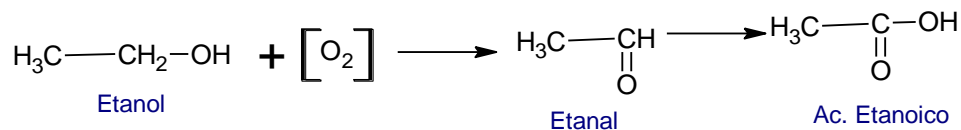
Los aldehídos se reducen a alcoholes primarios



Reacción contraria a la reducción es la oxidación, los alcoholes se oxidan a aldehídos



Los aldehídos se oxidan a ácidos carboxílicos



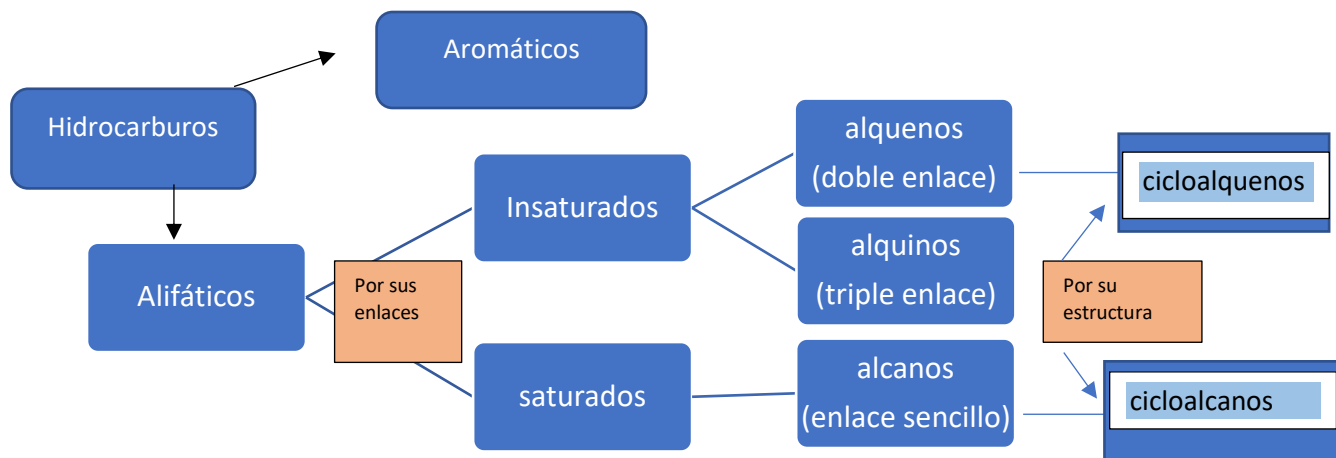
## 2.2 Alcanos y Cicloalcanos

### 2.2.1 Clasificación, Nomenclatura y Propiedades

Iniciaremos el estudio de los compuestos orgánicos con el grupo más simple de ellos: Los hidrocarburos, éstos comprenden compuestos formados por átomos de carbono e hidrógeno exclusivamente, los alcanos y cicloalcanos pertenecen al grupo de los hidrocarburos al igual que los alquenos cicloalquenos y alquinos.

La clasificación de los hidrocarburos de acuerdo a sus tipos de enlaces y su estructura hidrocarbonada:

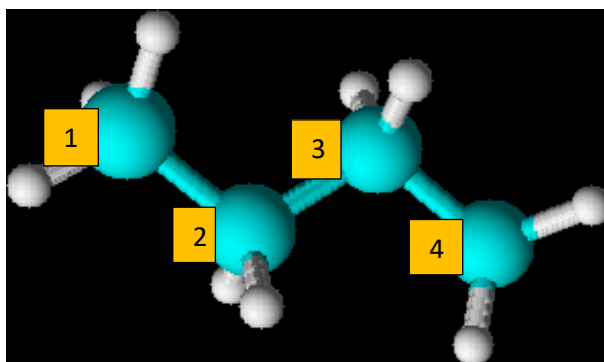




Los alcanos son conocidos también, como carburos alifáticos (del griego *alehipar*, grasa o aceite) debido a que las propiedades físicas de los alcanos superiores son semejantes a las cadenas hidrocarbonadas que constituyen a las grasas vegetales y las grasas animales.

### Estructura y nomenclatura de los alcanos

El átomo de carbono tetraédrico presente en los alcanos con ángulos de enlace H—C—H 109.5°



Modelo de esferas y palillos del n-butano (formula condensada C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) se observa los ángulos de enlace para el carbono tetraédrico

Los alcanos tienen una fórmula molecular general C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub> de esta manera podemos calcular la fórmula condensada de un alcano.

Ejemplo: un alcano de ocho carbonos tendrá: C<sub>8</sub>H = 2(8) + 2 = 18 entonces su fórmula molecular será **C<sub>8</sub> H<sub>18</sub>**

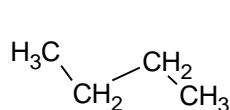
Nombre de la IUPAC de alcanos no ramificados					
Nombre	Formula condensada	Nombre	Formula condensada	Nombre	Formula condensada
Metano	CH <sub>4</sub>	Undecano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> CH <sub>3</sub>	Henicosano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>19</sub> CH <sub>3</sub>
Etano	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	dodecano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> CH <sub>3</sub>	Docosano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>20</sub> CH <sub>3</sub>
Propano	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	Tridecano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>11</sub> CH <sub>3</sub>	Tricosano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>21</sub> CH <sub>3</sub>
Butano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	Tetradecano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> CH <sub>3</sub>	Tetracosano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>22</sub> CH <sub>3</sub>
Pentano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	Pentadecano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>13</sub> CH <sub>3</sub>	Triacontano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>28</sub> CH <sub>3</sub>
Nombre	Fórmula condensada	Nombre	Fórmula condensada	Nombre	Formula condensada
hexano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>3</sub>	Hexadecano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> CH <sub>3</sub>	Tetracontano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>38</sub> CH <sub>3</sub>
Heptano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	Heptadecano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>15</sub> CH <sub>3</sub>	Pentacontano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>48</sub> CH <sub>3</sub>
Octano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> CH <sub>3</sub>	octadecano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> CH <sub>3</sub>	Hectano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>98</sub> CH <sub>3</sub> 100 carbonos
Nonano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH <sub>3</sub>	nonadecano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>17</sub> CH <sub>3</sub>		
Decano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> CH <sub>3</sub>	Eicosano	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> CH <sub>3</sub>		

### Isomería estructural en los alcanos

¿Qué son los isómeros estructurales? Cuando dos o más compuestos presentan el mismo número de átomos con estructuras diferentes se dice que son isómeros. Podemos decir también que son compuestos con la misma fórmula molecular pero sus átomos se encuentran ordenados de manera diferente.

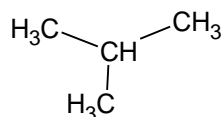
Los alcanos presentan isomería a partir de cadenas con cuatro átomos de carbono C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>

Así se presentan:



Butano

p.eb. -11.6°C



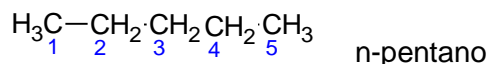
2-metilpropano

p.eb. -0.5°C

Se muestran un isómero estructural del butano: el 2-metilpropano, la fórmula molecular de ambos compuestos es la misma: C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> es decir poseen el mismo número de átomos, sin embargo, sus estructuras son diferentes, sus átomos están ordenados de manera diferente, es importante resaltar los puntos de ebullición diferentes para ambos compuestos, podemos concluir entonces que las estructuras de los compuestos orgánicos determinan las propiedades físicas de dichos compuestos. **Las propiedades físicas de los isómeros estructurales serán diferentes.**

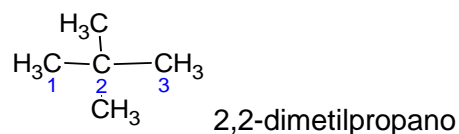
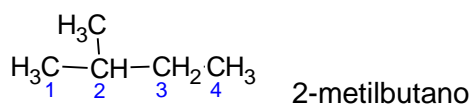
Ejercicio: Escriba las estructuras posibles para un compuesto con fórmula molecular C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>

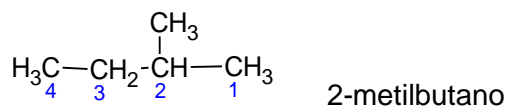
**Solución:** 1) escribimos la estructura del alcano normal:



2) Un grupo metilo se coloca unido al carbono # 2

3) Un segundo grupo metilo se coloca al carbono # 2





**¡Se trata del mismo compuesto!** De acuerdo con las reglas de la IUPAC la cadena se enumera iniciando por el lado donde se encuentre más próximo un sustituyente, es la razón por lo cual se trata del mismo compuesto.

**Resultado:** Se encontraron dos isómeros estructurales para el n-pentano:

2-metilbutano y 2,2-dimetilpropano.

### Nomenclatura de alcanos

Para nombrar a los compuestos orgánicos debemos observar ciertas reglas, las reglas de la nomenclatura de la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) por sus siglas en inglés; UIQPA por sus siglas en español (Unión Internacional de la Química Pura y Aplicada).

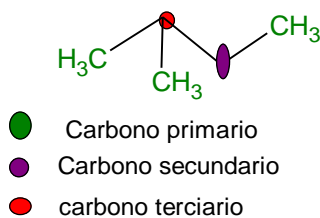
Los alcanos se nombran indicando la raíz del número de carbonos que integran la cadena seguida de la terminación **ano**, ver la tabla **de los nombres de la IUPAC para alcanos no ramificados**.

Prefijos empleados en el sistema IUPAC para indicar el número de carbonos en cadena no ramificada			
Prefijo	Número de átomos de carbono	Prefijo	Número de átomos de carbono
Met-	1	Undec-	11
Et-	2	Dodec-	12

Prop-	3	Tridec-	13
But-	4	Tetradec-	14
Pent-	5	Pentadec-	15
Hex-	6	Hexadec-	16
Hept-	7	Heptadec-	17
Oct-	8	Octadec-	18
Non-	9	Nonadec-	19
Dec-	10	Eicos-	20

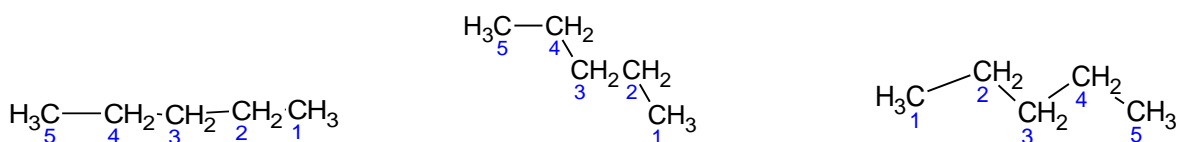
### Clasificación de los átomos de carbono e hidrógeno

Los átomos de carbono se clasifican como carbonos primarios cuando se encuentra unido a un solo carbono, carbonos secundarios cuando se unen a dos carbonos y carbonos terciarios cuando se encuentran unidos a tres átomos de carbono. Los hidrógenos primarios se encontrarán unidos a un carbono primario, los secundarios a un carbono secundario y los terciarios estarán unidos a un carbono terciario.

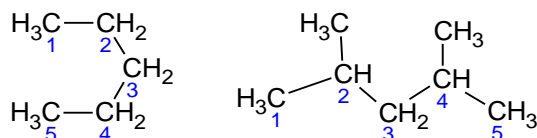


## Nomenclatura IUPAC para alcanos de cadena ramificada:

1) Identificar la cadena principal: será la más larga y continua



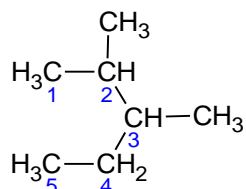
La cadena principal es un pentano para todas las estructuras mostradas.



2) Identificar los sustituyentes. Un sustituyente es cualquier grupo (-R, X-) unido a la cadena principal. Cuando un sustituyente se forma al eliminar un hidrógeno de un alcano se le conoce como **radical alquilo (R)**

Nombres de los grupos alquilo más comunes			
Nombre	Estructura	Nombre	Estructura
Metilo	$\text{--CH}_3$	Isobutilo	$\text{--CH}_2\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}_3$
Etilo	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{--}$	Sec-butilo	$\text{--CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$
Propilo	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{--}$	Ter-butilo	$\text{C}(\text{CH}_3)_3$
Isopropilo	$\text{--}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}_3$		
Butilo	$\text{--CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$		

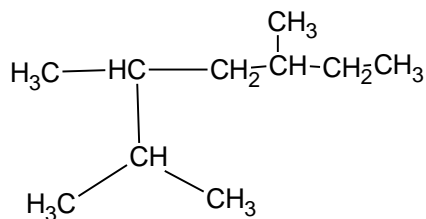
En la estructura mostrada a continuación se identifican dos radicales alquílicos como sustituyentes: un metilo en el **C#2** y un metilo en el **C#3**



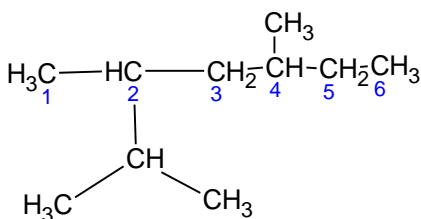
3) Escribimos las posiciones y nombres de los grupos sustituyentes, cuando el mismo sustituyente se repite más de dos veces, se indica el número de veces mediante los prefijos: di, tri, tetra, penta, hexa, etc. separando cada posición mediante comas, separamos por medio de un guion las palabras: 2,3-dimetil

4) Finalmente se escribe el nombre del compuesto: **2,3-dimetilpentano**

**Ejercicio 1:** Escriba el nombre de acuerdo con la IUPAC de la estructura mostrada:



**Solución:** 1) Identificamos y enumeramos la cadena principal, empezamos del lado más cercano a un sustituyente

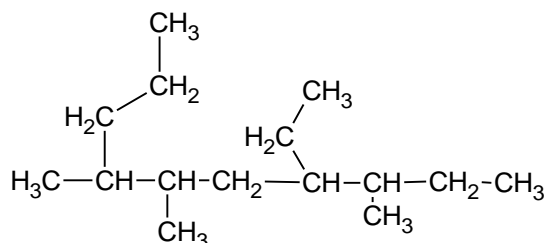


2) Se identifican los sustituyentes: en la posición 2 un isopropilo, en la posición 4 un isopropilo

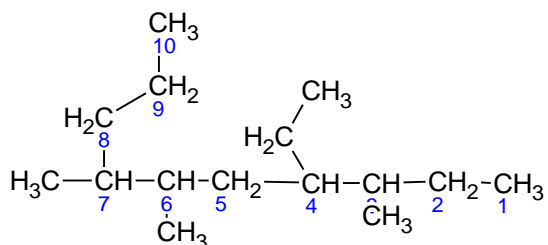
3) Se escribe el nombre final, indicando primero la posición y nombres de los sustituyentes por orden alfabético, el último nombre del sustituyente se une el nombre de la cadena principal:

**2-isopropil-4-metilhexano.**

Ejercicio 2: Escriba el nombre correspondiente, de acuerdo con la IUPAC para el compuesto siguiente:



Solución: 1) identificamos la cadena principal y la enumeramos empezando del lado más cercano a un sustituyente: decano.

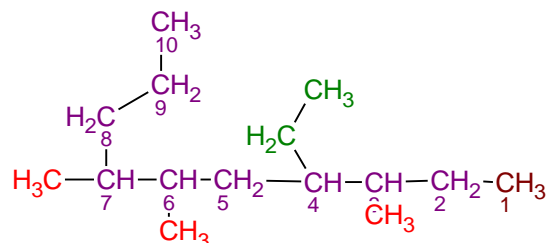


2) Identificamos las posiciones y nombres de los sustituyentes: 4-etil, 3,6,7-trimetil

3) Escribimos el nombre del alcano, indicando las posiciones y nombres de los sustituyentes y finalmente escribimos el nombre de la cadena principal:

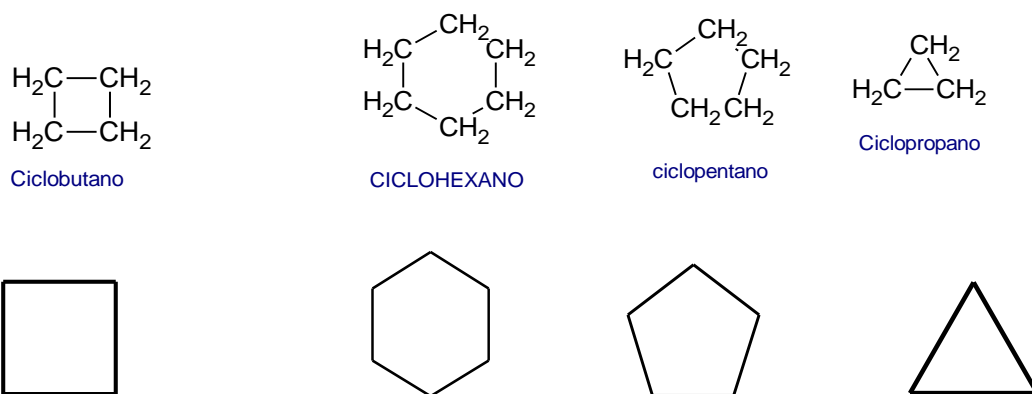


### 4-etil-3,6,7-trimetildecano

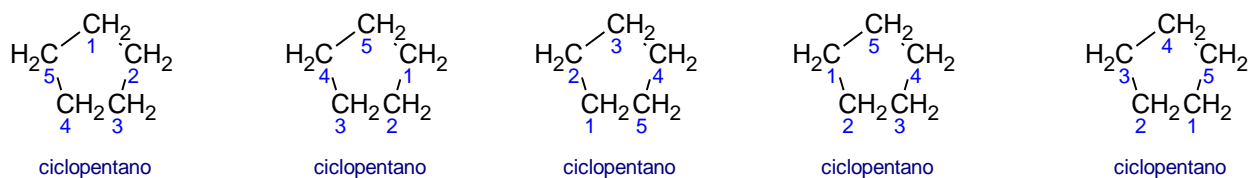


### Cicloalcanos

Las cadenas cerradas o cíclicas de los alcanos se les nombra cicloalcanos, se nombran de acuerdo al número de carbonos que conformen la cadena, anteponiendo la palabra **ciclo**. **Los cicloalcanos** pueden representarse por medio de una figura geométrica con un número de lados igual al número de carbonos en la estructura de líneas y ángulo

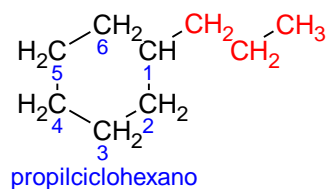


Los carbonos que forman el ciclo son equivalentes, es decir cualquiera de ellos pueden ser el carbono número 1

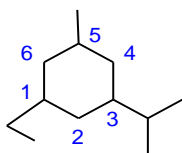


Cicloalcanos mono-sustituídos:

Si un cicloalcano presenta un solo sustituyente, se nombrará primero al sustituyente seguido del nombre de la cadena cíclica (La posición que ocupa el sustituyente se considera carbono número 1).



Cicloalcanos con más de un sustituyente:



Cadena principal: **Ciclohexano**

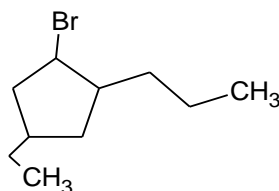
Numeración: Empezar con etilo, por orden alfabético, asignando la posición número 1 continuar con isopropil posición 3, finalmente el metilo en posición 5. Se buscarán las menores posiciones posibles (1,3,5). En caso de ser iguales las posiciones hacia cualquier sentido, seleccionar el sustituyente por orden alfabético.

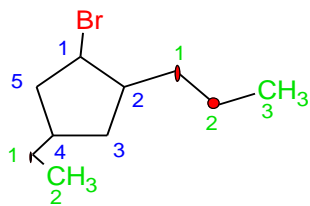
Sustituyentes: etilo en **1**, isopropilo en **3**, metilo en **5**

Nombre: **1-etil-3-isopropil-5-metilciclohexano**

Ejercicios: Nombre los cicloalcanos siguientes, de acuerdo a la nomenclatura IUPAC

Ejercicio 1





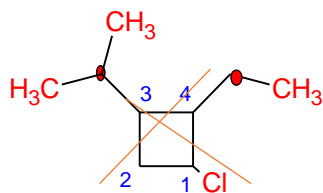
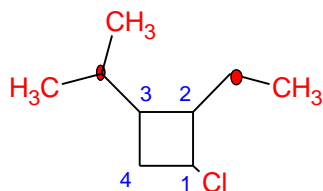
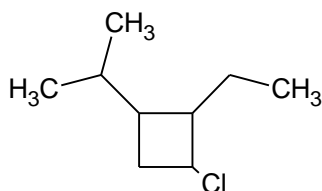
Cadena principal: **Ciclopentano**

Numeración: Bromo tendrá preferencia por orden alfabético, posición 1, se continúa hacia el sentido de menores posiciones: 2,4

Sustituyentes: **Bromo, etilo, propilo** (indicados en rojo y verde)

Nombre: **1-Bromo-4-etil-2-propilciclopentano**

### Ejercicio 2



Cadena principal: **Ciclobutano**

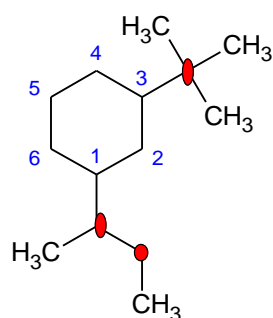
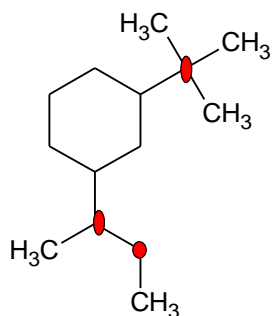
Numeración: El cloro se asigna posición 1 por orden alfabético, luego se continúa en sentido de las menores posiciones para cada sustituyente 2,3

Sustituyentes: cloro en **C#1**, etilo en **C#2**, Isopropil en **C#3**

Nombre: **1-Cloro-2-etil-3-isopropilciclobutano**

Enumeración incorrecta: **1,3,4** son posiciones mayores a **1,2,3**

## Ejercicio 3



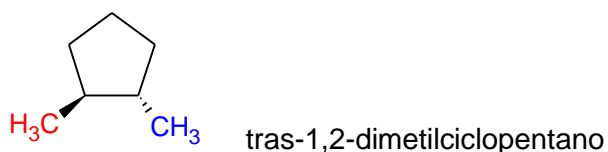
Cadena principal: **Ciclohexano**

Numeración: La posición número 1 se dará al secbutil continuando en sentido de menor posición al siguiente sustituyente: C#3

Sustituyentes: sec-butil C#1, ter-butil C# 3

Nombre: **1-secbutil-3-terbutilciclohexano**

Los cicloalcanos pueden presentar isomería cis-trans:



### Propiedades físicas de los alcanos

La densidad electrónica, su distribución promedio en la molécula de metano es simétrica, por lo cual la molécula es no polar presentando interacciones moleculares por fuerzas de Van Der Waals. Los alcanos presentan polarización temporal formándose cargas temporales, induciendo formación de carga en la molécula vecinal, produciéndose fuerzas de atracción electrostáticas débiles entre cargas positivas y negativas temporales llamadas fuerzas de dispersión. Si las fuerzas de dispersión son fuerzas débiles tenemos como resultado puntos de

Un metilo se encuentra **adelante del plano, (cuña en negritas)** un segundo metilo se encuentra atrás del plano, indicado con líneas punteadas.

ebullición muy bajos para los alcanos en comparación con otras moléculas de peso molecular semejante. A medida que el número de átomos de carbono y el peso molecular de un alcano aumenta sus fuerzas de dispersión también, produciendo un aumento en el punto de ebullición del alcano. Los puntos de fusión de los alcanos incrementan también al aumentar su peso molecular.

Los alcanos que son isómeros estructurales presentan propiedades físicas diferentes, entre mayor número de ramificaciones menor punto de ebullición o puntos de fusión presentará el alcano.

Tabla No. 2

Propiedades físicas de los primeros diez alcanos de la serie homóloga				
Nombre	Número de carbonos	p.eb (°C)	p.f. (°C)	Densidad (g/mL, a 0°C)
Metano	1	-164	-182	Gas
Etano	2	-88	-183	Gas
Propano	3	-42	-190	Gas
Butano	4	0	-138	Gas
pentano	5	36	-130	0.626
Hexano	6	69	-95	0.659
Heptano	7	98	-90	0.684
Octano	8	126	-57	0.703
Nonano	9	151	-51	0.718
Decano	10	174	-30	0.730

Tabla 3

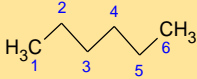
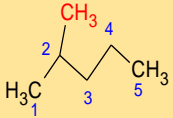
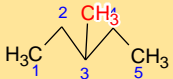

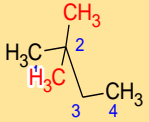
Propiedades físicas de algunos isómeros del Hexano (F.M C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )				
Nombre	Estructura	p.f (°C)	p.eb. (°C)	Densidad (g/mL)
Hexano		-95	68.7	0.659
2-metilpentano		-154	60.3	0.653
3-metilpentano		-118	63.3	0.664
2,3-dimetilbutano		-129	58	0.661
2,2-dimetilbutano		-98	49.7	0.649

Tabla 3. Brown W. (2012).

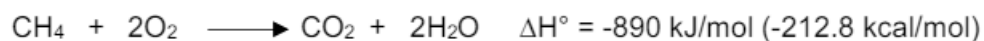
**Solubilidad.** Los alcanos y en general todos los hidrocarburos son insolubles en agua (altamente polar) y en cualquier solvente polar debido a las interacciones débiles de los hidrocarburos, por ser moléculas apolares sólo serán solubles en solventes apolares, existe una máxima en química” lo semejante disuelve a lo semejante”.

Al ser insolubles y con densidades entre 0.6-0.8 g/mL los alcanos tienden a formar una capa superior en la superficie del agua, presentando un efecto llamado **hidrofóbico**, todos los hidrocarburos presentan este efecto.

### 2.2.2 Hidrocarburos Saturados Como Compuestos Inertes: Halogenación y Combustión

#### Reacción de combustión

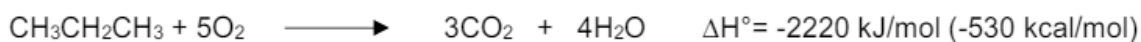
Los alcanos y cicloalcanos presentan una baja reactividad hacia la mayoría de los compuestos, la reacción más importante de los alcanos es la reacción de oxidación, llamada también de combustión, es una reacción exotérmica, esta reacción produce bióxido de carbono y agua. El calor liberado en la combustión de los alcanos es su calor de combustión, y es igual a  $-\Delta H^\circ$



$$-\Delta H^\circ = H^\circ_{\text{productos}} - H^\circ_{\text{reactantes}} \quad \text{donde:}$$

$H^\circ$  = contenido de calor o **entalpía** de un compuesto en su estado estándar-gas, líquido puro o sólido a una presión de 1 atm- En un proceso exotérmico la entalpía de los productos es menor a la entalpía de los reactantes, por lo cual  $\Delta H^\circ$  es un valor negativo.

El metano es el principal componente del gas natural y el propano el componente principal del gas LP (*Licuada a presión*)

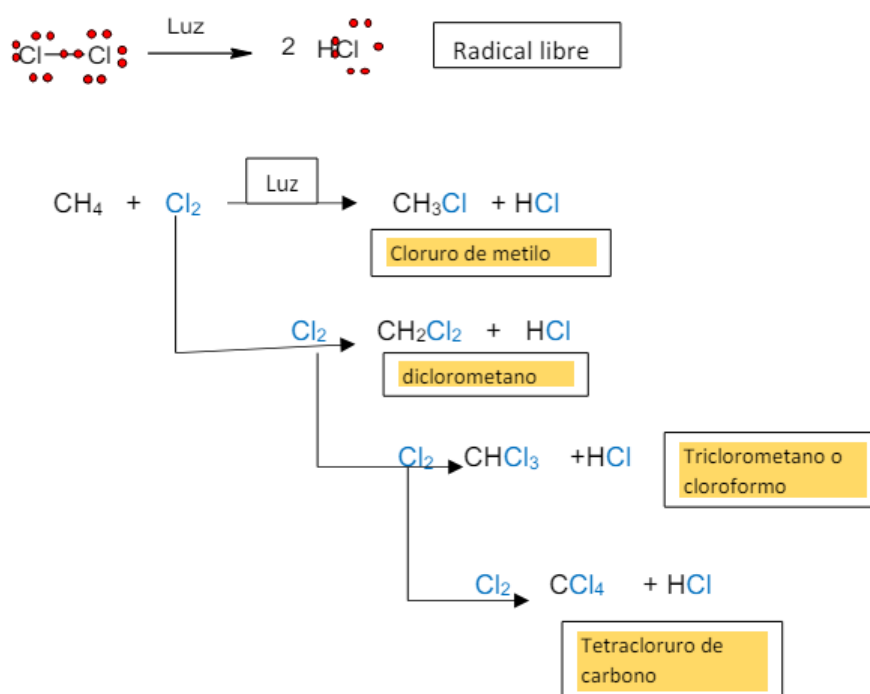


#### Reacción de halogenación

La reacción de cloración reviste de gran importancia a nivel industrial, la reacción ocurre por formación de radicales libres-altamente reactivos-la primera etapa forma clorometano  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,

en etapas subsecuentes se obtienen importantes disolventes como diclorometano  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , cloroformo  $\text{CHCl}_3$  y tetracloruro de carbono  $\text{CCl}_4$ .

La formación de radicales libres se inicia por la acción de luz ultravioleta. Los radicales libres formados son altamente reactivos e inestables por contener un átomo con un número impar de electrones en su capa de valencia.



### 2.2.3 Métodos de Obtención, Usos y Aplicaciones en Alimentos

La principal fuente de obtención de los alcanos y los hidrocarburos en general, son los combustibles fósiles como el petróleo, el carbón y el gas natural.

El gas natural está compuesto principalmente por metano, el cual constituye alrededor de un 90 a 95%, del 5-10% está formado por etano y otros hidrocarburos como propano, butano y 2-metilpropano.



A partir del petróleo se obtienen distintos hidrocarburos por medio de la destilación fraccionaria.

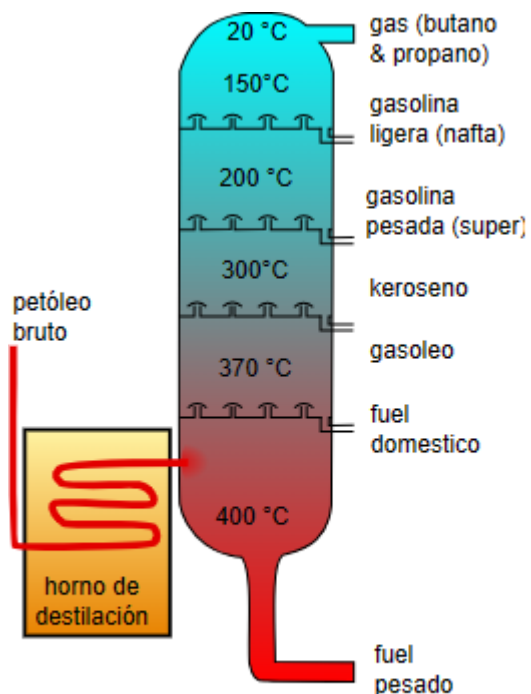


Imagen 6. Theresa Knott. 2009.

Existen dos tipos de procesos mediante los cuales se separan las diversas fracciones de hidrocarburos: 1) Proceso de separación (ver dibujo) en él se separa de la mezcla diferentes fracciones 2) procesos de reformación en ellos se altera la estructura molecular de los hidrocarburos mediante el proceso de cracking o desintegración catalítica y el otro llamado reformación catalítica en la cual el hexano se transforma a ciclohexano y luego en benceno.

### Usos en alimentos

Sin duda el empleo de ciertos alcanos (o compuestos con cadenas hidrocarbonadas) con la finalidad de prolongar la vida de anaquel, son los agentes conservantes, estos compuestos impiden la propagación de bacterias y hongos causantes de la descomposición de los alimentos,

disminuyendo con ello, el desperdicio de alimentos. El uso de recubrimiento con ceras en las frutas y algunas verduras que se comercializan a grandes distancias entre los campos de cultivo y los puntos de venta, la cera actúa como capa protectora evitando la deshidratación y proliferación de microorganismos en los alimentos.

Cierto tipo de alcanos contribuyen a mejorar la textura y calidad organoléptica de muchos alimentos, son empleados en la formulación de aderezos y salsas comerciales.

Nuevas tendencias en el consumo de los alimentos conllevan a propuestas en el empleo de nuevas tecnologías aplicadas a mejorar las propiedades organolépticas de muchos alimentos, Una nueva tecnología es la encapsulación de sabores empleando la técnica de microencapsulación.

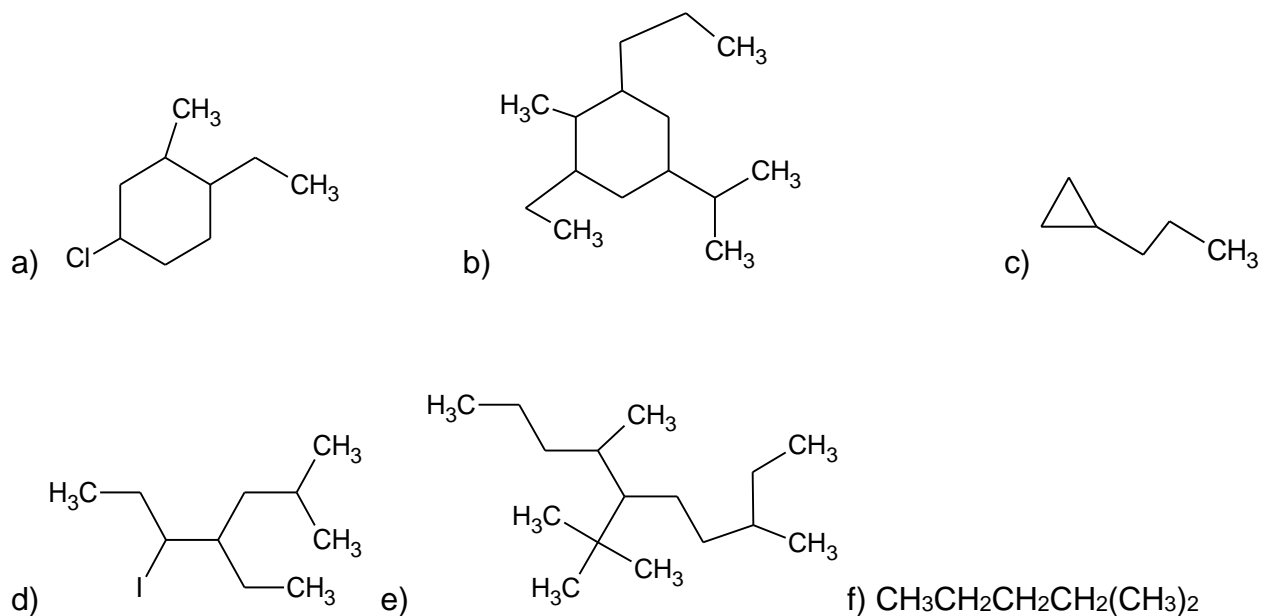
¿Cómo actúa esta nueva tecnología? Los sabores encapsulados (la cápsula elaborada a base de alcanos) de alimentos y bebidas liberan los sabores en forma prolongada durante el consumo de los alimentos, permitiendo al consumidor disfrutar de una experiencia sensorial inigualable.

Podemos resumir el empleo de los alcanos en la industria de los alimentos, con grandes ventajas en la conservación de los mismos por sus cualidades de baja reactividad con los materiales de empaque y su capacidad de evitar la oxidación y descomposición de los alimentos, prolongando su vida útil y mejorando sus características organolépticas.

Los alcanos representan una alternativa prometedora y sostenible en la mejora de la calidad y seguridad alimentaria. (Química Moderna, S.F.)

### Ejercicios propuestos como actividades de aprendizaje

1.- Escriba los nombres de la IUPAC correspondientes a los compuestos siguientes:



2.-Escriba las estructuras correspondientes a los nombres indicados:

- a) 2,3,4-trimetiloctano      b) 2-Bromo-4-etil-6-secpropilnonano      c) 3-terbutilundecano  
 d) *trans*-1,3-dietilhexano      e) 5-bromo-3-etil-4-secbutildodecano  
 f) 3,5-dicloro-2,4-dimetilheptano

4.- Los nombres siguientes no cumplen con las reglas de la IUPAC, explique por qué y escriba el nombre correcto.

- a) 2-propilhexano      b) 3-sec-butilpentano      c) 1-etil-5-metilciclopentano  
 d) 2-cloro-5-butyl-2-isopropilheptano

5.- Escriba las estructuras para los compuestos siguientes y ordénelos de mayor a menor punto de ebullición.

- a) 2,2,4-trimetilpentano, 3-metilheptano, octano  
 b) Hexano, propano, decano

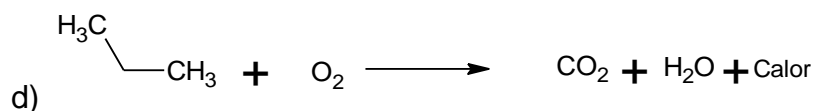
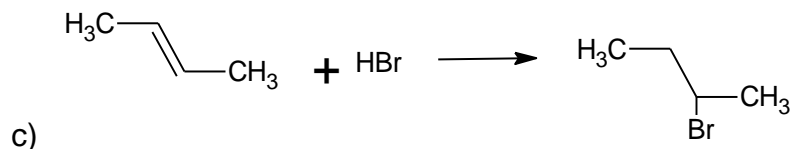
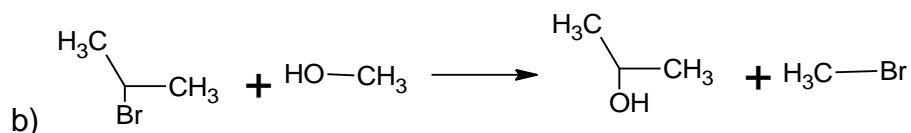
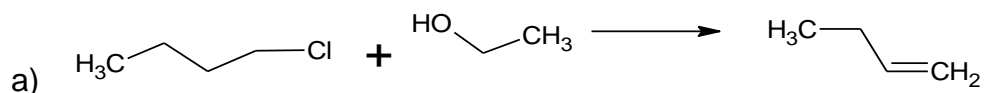
6.- Escriba los isómeros estructurales correspondientes a la fórmula molecular  $\text{C}_6\text{H}_{14}$

Indique los nombres para cada uno de ellos

7.- Escriba los isómeros estructurales correspondientes a la fórmula molecular  $C_8H_{16}Br_2$

Indique los nombres para cada uno de ellos.

8.- Clasifique cada una de las reacciones mostradas a continuación, indique si se trata de reacciones de adición, sustitución, eliminación, transposición o reacciones de óxido-reducción.



Es recomendable realizar prácticas de Laboratorio que promuevan la capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica:

1) Obtención del metano 2) Pruebas de solubilidad de alcanos y cicloalcanos.

Para promover las capacidades de planificación y organización: Elaborar un mapa conceptual clasificando los diferentes tipos de reacciones de compuestos orgánicos:

Reacciones de sustitución, reacciones de eliminación, reacciones de transposición, adición y reacciones de oxido-reducción

### TEMA 3: HIDROCARBUROS INSATURADOS Y AROMÁTICOS

#### 3.1 Hidrocarburos Insaturados (Alquenos y Alquinos)

##### 3.1.1. Clasificación, Nomenclatura y Propiedades

Los hidrocarburos insaturados son aquellos que contienen uno o más dobles o triples enlaces. Los hidrocarburos insaturados se clasifican como: alquenos, alquinos y arenos.

Los alquenos presentan la estructura:

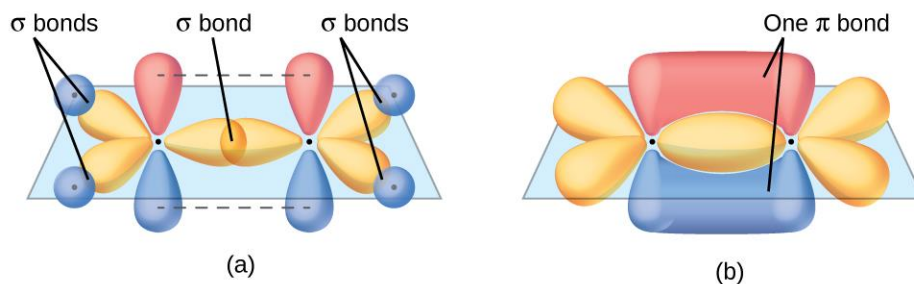
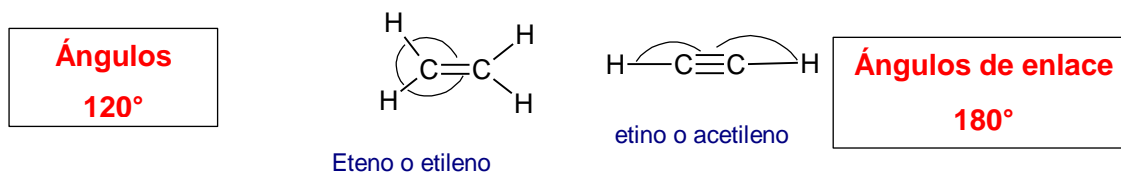


Imagen 7. (Alvarez Manzo. R, 2019).

El etileno presenta un enlace  $\sigma$  (sigma) y un enlace  $\pi$  (Pi) formando un doble enlace.

Los átomos de carbono presentan hibridación  $sp^2$

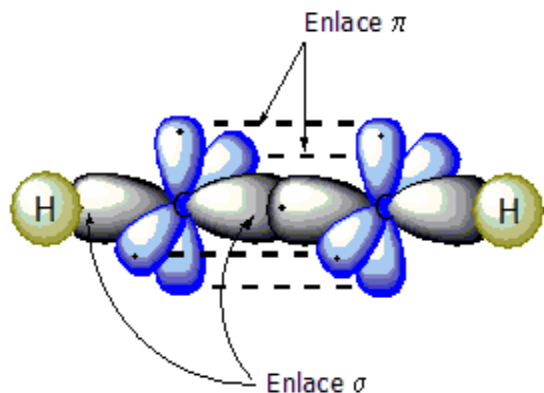


Imagen 8. (Potrillo Chávez. P. A, 2013).

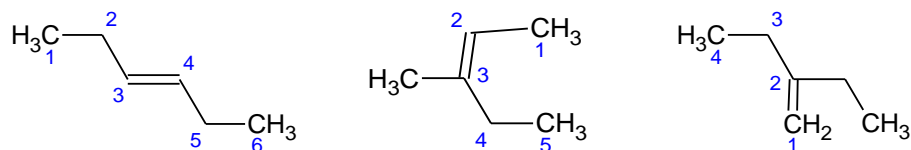
El acetileno contiene un enlace sigma  $\sigma$  y dos enlaces Pi  $\pi$  formando el triple enlace característico. Los carbonos presentan orbitales híbridos sp.

En un enlace sencillo -los carbonos presentan hibridación  $sp^3$ -o enlace sigma, en el etano presenta libre rotación, en cambio en el etileno la presencia de un enlace Pi -debido al traslape de orbitales híbridos  $sp^2$ - impide la libre rotación en torno al doble enlace generando con ello un tipo de isomería conocida como **isomería geométrica**: *isómeros cis-trans*.

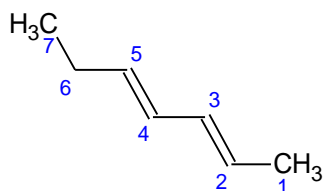
Nomenclatura de alquenos. Sistema IUPAC para nombrar alquenos: Los alquenos se nombran cambiando la terminación **ano** de los alcanos por la terminación **eno**, así el **butano** cambiará a **buteno**, **pentano** a **penteno**, etc.

Reglas de la IUPAC:

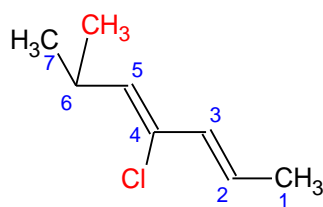
1) Identificar la cadena principal, será la más larga conteniendo el doble enlace, o los dobles enlaces. Se pueden presentar más de un doble enlace, la cadena principal será la que contenga el mayor número de dobles enlaces, y puede no ser la más larga.



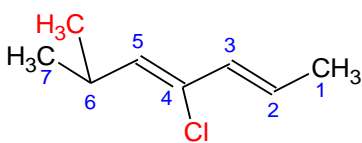
2) Enumerar la cadena principal empezando por el lado más próximo a un doble enlace (el localizador más bajo posible) Los dobles enlaces tienen prioridad sobre los sustituyentes.



3) Identificar los sustituyentes y su posición (localizador) en la cadena.



4) Escribir el nombre del alqueno indicando los sustituyentes por orden alfabético y su posición en la cadena(localizador) escribir el nombre del alqueno de acuerdo al número de carbonos de la cadena principal, indicando la posición del doble enlace.



Cadena principal: Hepteno

Posición dobles enlaces: 2,4

Sustituyentes: 4-cloro-6-metil

Nombre del alqueno:

**4-cloro-6-metilhepta-2,4-dieno**

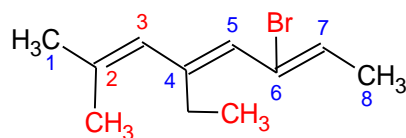
Cadena principal: Octeno

Posición dobles enlaces: 2,4,6

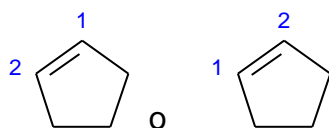
Sustituyentes: 6-Bromo-4-etil-2-metil

Nombre del alqueno:

**6-Bromo-4-etil-2-metiloct-2,4,6-trieno**

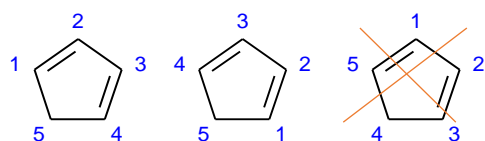


### Cicloalquenos:



1) Se antepone el prefijo **ciclo** al nombre de la cadena principal del alqueno. El doble enlace tendrá la posición 1 (menor localizador), corresponde a un doble enlace en los carbonos 1,2.

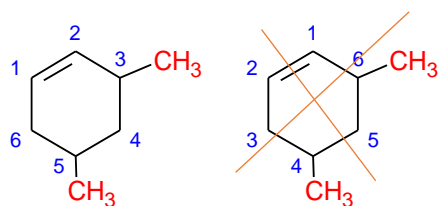
**Ciclopenteno** (no es necesario escribir la posición 1 del doble enlace)



2) Si existe más de un doble enlace, se dará la posición menor (menor localizador a los dobles enlaces)

Posiciones correctas: **1,3**

Incorrecto: la posición 1 corresponde al doble enlace entre los carbonos 1-2



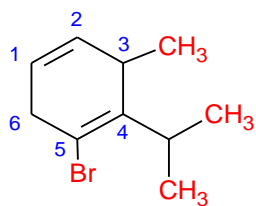
3) Para cicloalquenos sustituidos, se enumera la cadena empezando por el doble enlace-posición 1-2- se continúa en sentido al sustituyente más próximo, es decir, asignando los menores localizadores (posiciones).

Sustituyentes en posiciones: 3,5

Sustituyentes en posiciones 4,6 localizadores mayores, sería incorrecta.

Nombre del cicloalqueno: **3,5-dimetilciclopenteno**





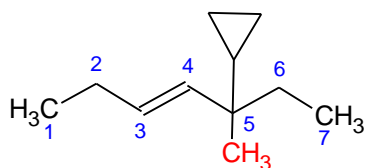
Cadena principal: cicloalqueno de 6 carbonos:  
Ciclohexeno

Posición de dobles enlaces: 1,4

Sustituyentes: 5-Bromo-4-isopropil-3-metil

Nombre del alqueno:

**5-Bromo-4-isopropil-3-metil**ciclohexa-1,4-dieno



Cadena principal: hepteno

Posición doble enlace: 3

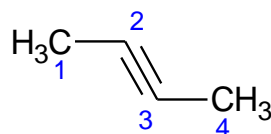
Sustituyentes: 5-ciclopropil-5-metil

Nombre del alqueno: **5-ciclopropil-5-metil**hep-3-eno

#### Radicales formados a partir de alquenos

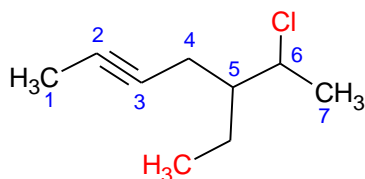
Estructura	Nombre
$\text{CH}_2=\text{CH}-$	Vinil o vinilo
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$	Alil o alilo

**Nomenclatura alquinos:** Los alquinos se caracterizan por la terminación **ino** en la cadena principal hidrocarbonada



1) La cadena principal contiene el triple enlace

El nombre del alquino: 2-butino o but-2-ino

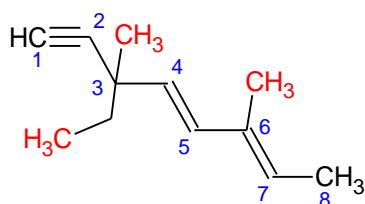


Cadena principal: Heptino

Posición triple ligadura: 2 se asigna la posición más baja

Sustituyentes: 6-cloro-5-etil

Nombre del alquino: 6-cloro-5-etilhept-2-ino



Cadena principal: contiene 8 carbonos: octino

Posición triple ligadura: posición carbono 1

Posiciones dobles ligaduras: 4,6

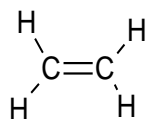
Sustituyentes: 3-etil-3,6-dimetil

Nombre del alquino: 3-etil-3,6-dimetiloct-4,6-dien-1-ino

### Propiedades físicas de los alquenos:

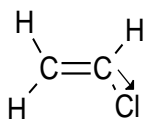
Los alcanos y alquenos en la mayoría de sus propiedades físicas son muy parecidos. Los alquenos con bajo peso molecular son gases a temperatura ambiente.

La mayoría de los alquenos presentan un momento dipolar muy bajos, siendo compuestos apolares, esta condición cambia para los isómeros **trans** de mayor estabilidad que los isómeros **cis** y de acuerdo con el tipo de sustituyentes en estos isómeros, los compuestos halogenados presentarán un momento dipolar mayor que aquellos que carecen de ellos.



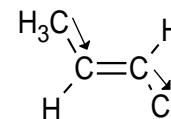
Etileno

$$\mu = 0 \text{ D}$$



Cloruro de vinilo

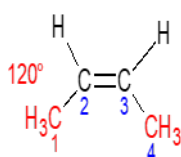
$$\mu = 1.4 \text{ D}$$

*trans*-1-cloropropeno

$$\mu = 1.7 \text{ D}$$

### 3.1.2. Isomería y Estabilidad de Alquenos

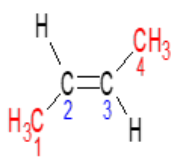
Explicado con anterioridad, los carbonos que soportan el doble enlace se encuentran impedidos de la libre rotación en torno al enlace originando con ello dos tipos de estereoisómeros, los isómeros *cis* y los isómeros *trans*, nombrados también como isómeros geométricos.



Cis-2-buteno

P.eb. 4°C

*Cis*-2-buteno los dos grupos unidos a los carbonos que soportan el doble enlace, se encuentran en un mismo plano



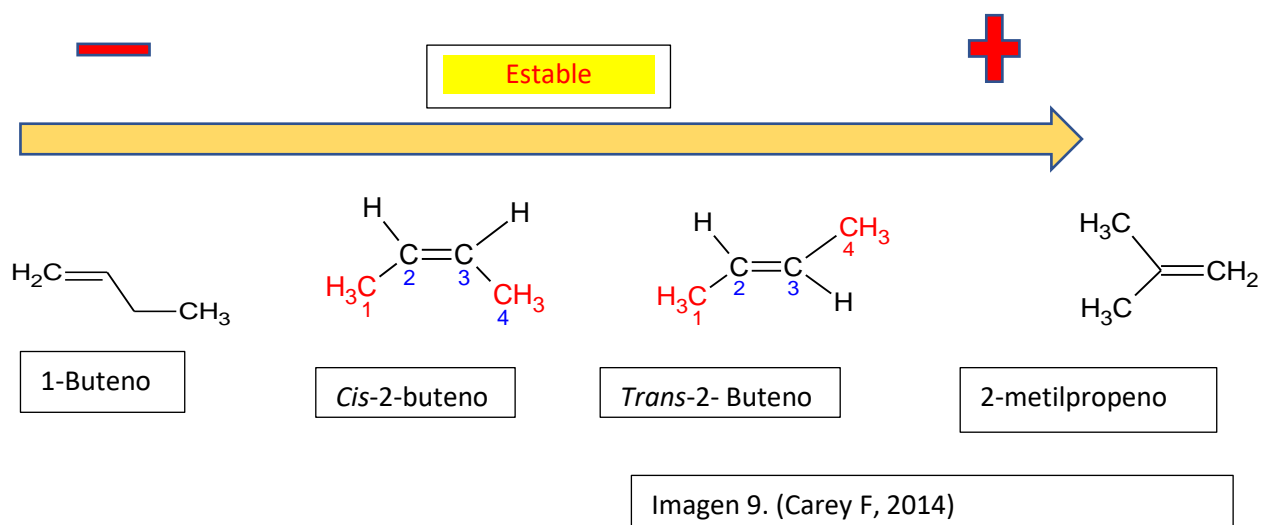
Trans-2-buteno

P.eb. 1°C

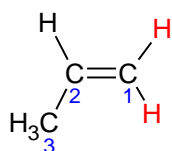
El isómero *trans*-2-buteno los dos grupos unidos a los carbonos que soportan el doble enlace, se encuentran en planos alternos

Las propiedades físicas de los isómeros *cis* y *trans* de los alquenos son diferentes, los alquenos *trans* son más estables que su isómero *cis*.

En resumen, los alquenos con alto grado de sustitución sobre el doble enlace son más estables que los isómeros con menor número de sustituyentes sobre el doble enlace.



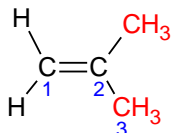
¿Cuál es la condición para que un alqueno presente estereoisómeros *cis* y *trans*? Cuando los carbonos que soportan el doble enlace tienen sustituyentes iguales no será posible la construcción de isómeros *cis-trans*, veamos un ejemplo:



1-propeno

C1 presenta dos grupos iguales

NO presentará isomería *cis-trans*



2-metil-1-propeno

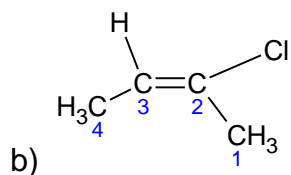
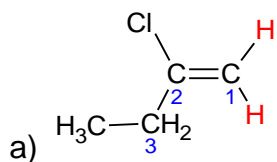
C2 presenta dos grupos iguales

NO presentará isomería *Cis-trans*

Ejercicios 1: Indique cuál de los alquenos dados presentan isomería *cis-trans*

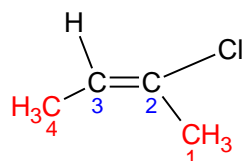
- a) 2-cloro-1-buteno      b) 2-cloro-2-buteno

Estrategia: 1) Escribimos las estructuras de ambos compuestos:

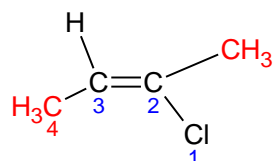


2) El 2-cloro-1-buteno presenta dos grupos iguales en el carbono #1 que soporta el doble enlace, por lo cual este compuesto no presentará isomería *cis-trans*.

3) El 2-cloro-2-buteno presenta grupos diferentes unidos al carbono # 2-un metilo y un cloro- que soporta la doble ligadura, por lo cual el alqueno presentará isomería *cis-trans*



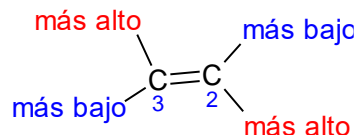
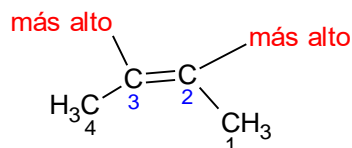
**Cis**-2-cloro-2-buteno



**Trans**-2-cloro-2-buteno

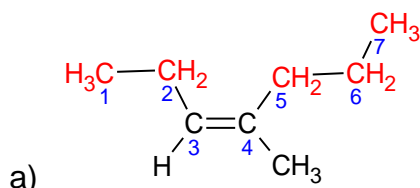
**El sistema E, Z :** Este sistema nos ayuda a **designar la configuración** de los grupos unidos a los carbonos que soportan un doble enlace, basado en el orden de prioridad del sistema **R,S**. ¿Cuál es el significado del sistema E,Z? Cuando los grupos de mayor prioridad se encuentran en un mismo plano en torno al doble enlace, la configuración se designa como **Z** (del alemán *zusammen*, que significa cerca).

Quando los grupos de mayor prioridad se encuentran en planos opuestos en torno al doble enlace, entonces el compuesto presentará configuración **E** (del alemán *entgegen* que significa opuesto).



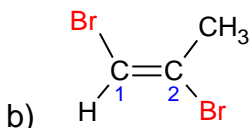
Ejercicios:

Escriba el nombre e indique la configuración E, Z para los alquenos siguientes:



Estrategia: Los grupos de mayor prioridad son etilo en el C#3 y propilo en el C#4, se encuentran en un mismo lado o plano con respecto a los carbonos que soportan el doble enlace, la configuración será Z.

Solución: Nombre del alqueno, (Z)-4-metil-3-hepteno o (Z)-4-metilhept-3-en



Estrategia: Los grupos de mayor prioridad son Br se encuentran en planos alternos entorno al doble enlace, la configuración será E.

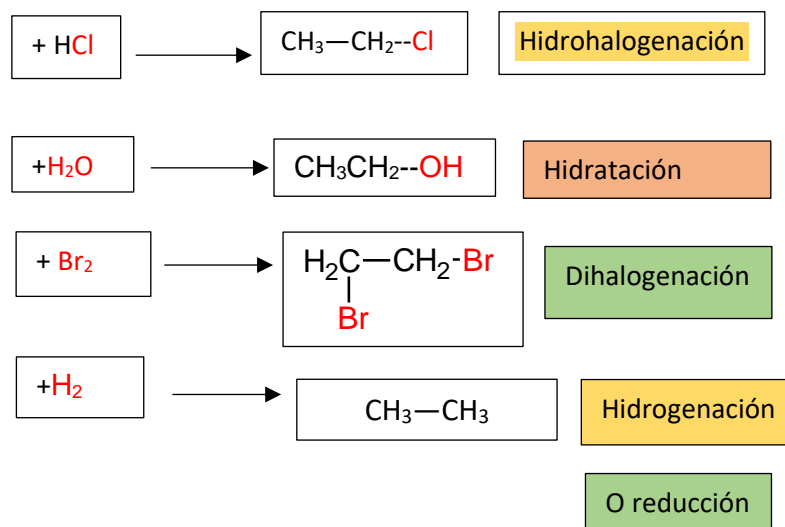
Nombre del alqueno: (E)-1,2-dibromo-1-propeno o (E)-1,2-dibromopro-1-en

### 3.1.3 Reacciones de Adición Electrofílica

Las reacciones características de los alquenos son las **reacciones de adición electrofílica**, el doble enlace se rompe al adicionar un grupo o átomo cargado positivamente que busca electrones para lograr estabilizarse (**agente electrofílico**) y así formar un nuevo producto.

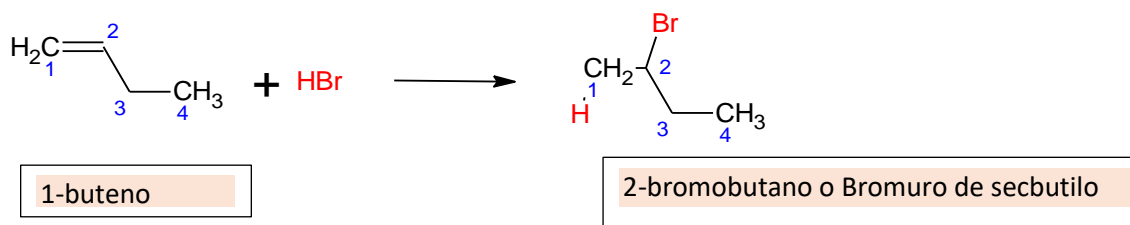
Las reacciones de polimerización se consideran las segundas en importancia- desde el punto de vista comercial e industrial- que presentan los alquenos, ya que varios de ellos constituyen monómeros importantes, como el  $\text{CH}_2=\text{CH-Cl}$  cloruro de vinilo y el cloruro de vinilo

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{Cl}$  que constituyen la base para la formación del cloruro de polivinilo, conocido como PVC.

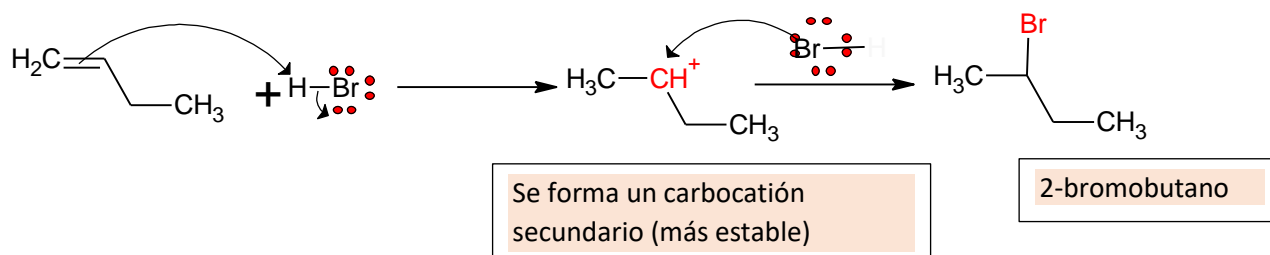


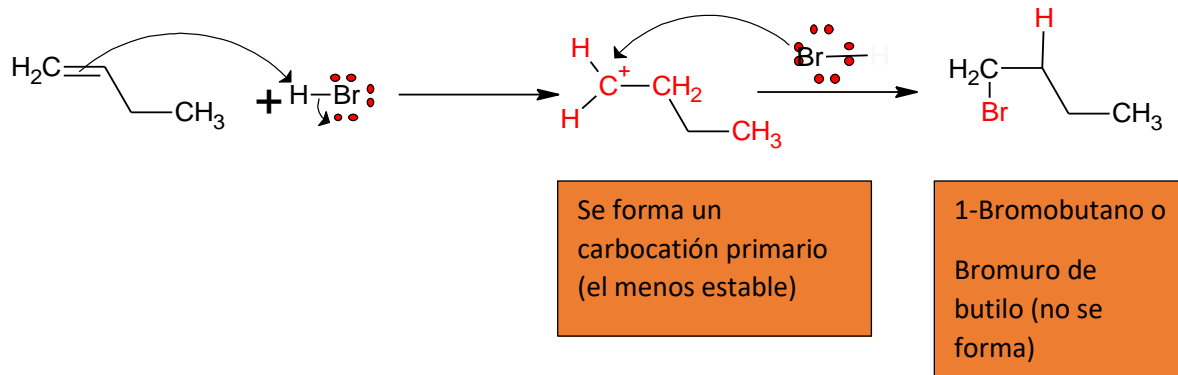
### Adición de halogenuros de hidrógeno.

Los alquenos reaccionan con los halogenuros de hidrógeno HCl, HBr, HI rompiendo el doble enlace para formar halogenuros de alquilo:

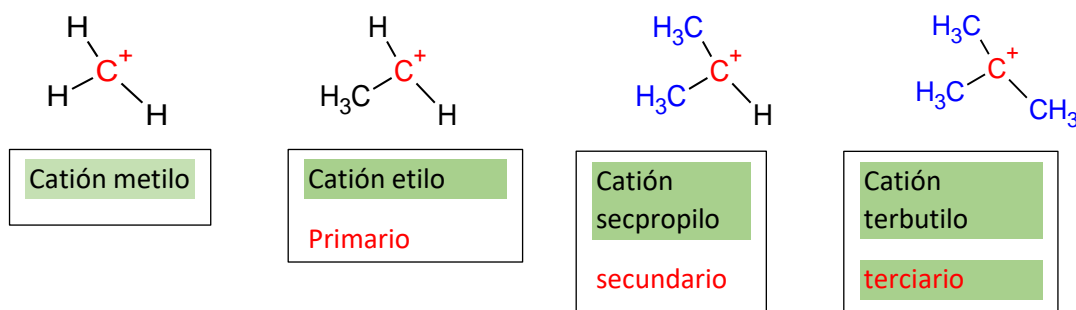


Mecanismo: Cuando un halogenuro de hidrógeno HX reacciona con un alqueno se pueden formar dos carbocationes intermediarios, tenderá a formarse más rápidamente el **carbocación más estable**, el halogenuro de alquilo formado a partir de este carbocación será el de mayormente producido. (será el producto principal).

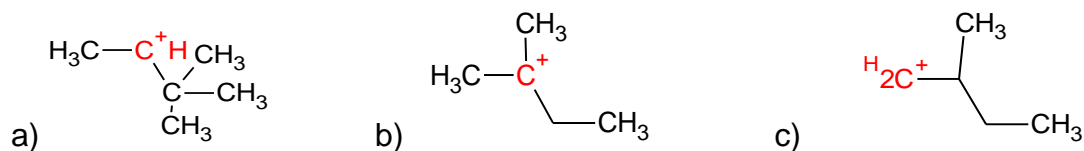




Aumento de la estabilidad del carbocatión



**Ejercicios:** Ordene los siguientes carbocationes del más al menos estable:



Solución: El compuesto del inciso b) es un carbocatión terciario es el más estable, luego el carbocatión del inciso a) es secundario y al final el carbocatión primario del inciso c)

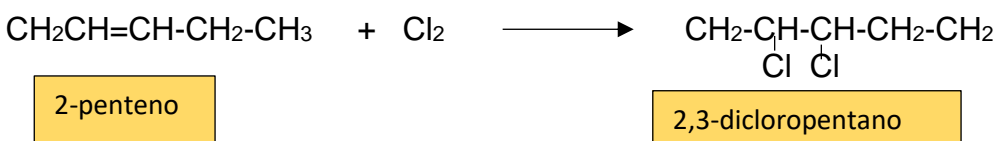


**Respuesta:** el orden del carbocatión más estable al menos estable sería: **b), a) c)**

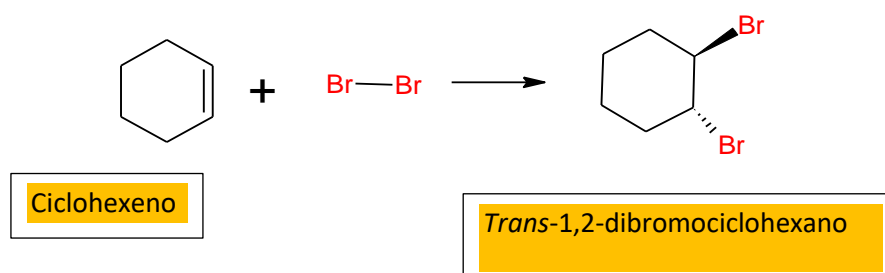
### Adición de halógenos: Cloro y Bromo

Los halógenos que reaccionan con los alquenos son el cloro y bromo, por su reactividad idónea-el Flúor muy reactivo y el yodo con velocidades de reacción muy lentas.

La reacción se lleva a cabo a temperatura ambiente, puede ser con los halógenos en estado puro o empleando  $\text{CCl}_4$  (tetracloruro de carbono) como disolvente.

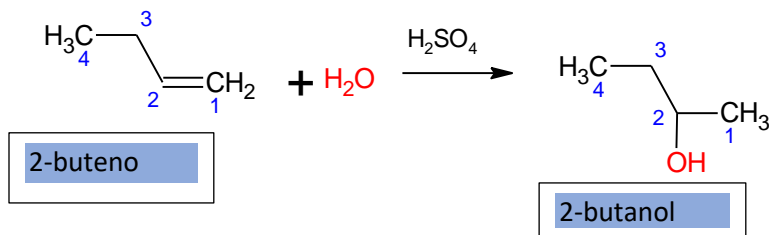


Para los cicloalquenos, las reacciones de adición de cloro o bromo producen cicloalcanos de isomería **trans**, este tipo de reacciones se conocen como **estereoselectivas**.



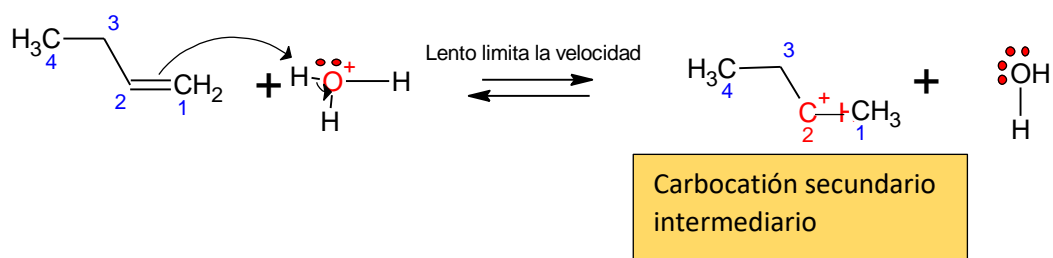
### Adición de agua: Reacción de hidratación

Las reacciones de hidratación de los alquenos se realizan empleando un catalizador ácido, generalmente el ácido sulfúrico concentrado, la molécula de agua se adiciona al doble enlace produciendo un alcohol.

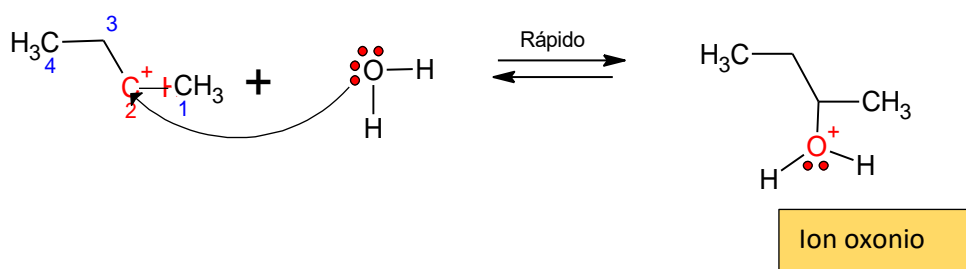


### Mecanismo de reacción:

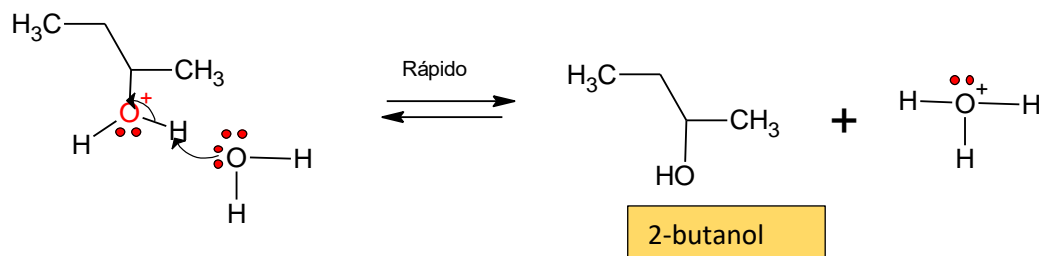
1) La transferencia de un protón del ácido sulfúrico  $\text{H}_2\text{SO}_4$  al alqueno, formando el carbocatión



2) El carbocatión secundario (más estable) actúa como un ácido de Lewis reaccionando con el agua (como una base de Lewis), formando un ion oxonio

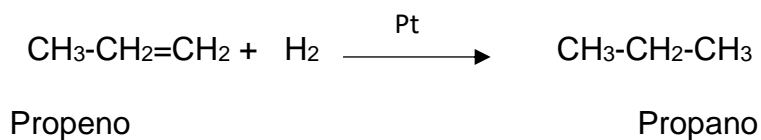


3) Transferencia del protón del ion oxonio al agua produce el alcohol y forma una nueva molécula del catalizador.



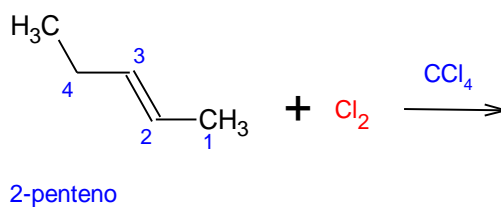
Reacción de hidrogenación catalítica o reducción catalítica

El hidrógeno molecular  $\text{H}_2$  reacciona con los alquenos en presencia de un catalizador (Pd, Pt o Ni) rompiendo el doble enlace formando un alcano. Reduce un doble enlace a un enlace sencillo.



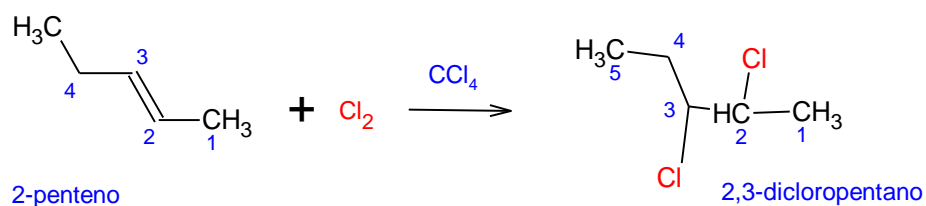
Ejercicios: Complete las reacciones siguientes, indicando el producto principal

a)

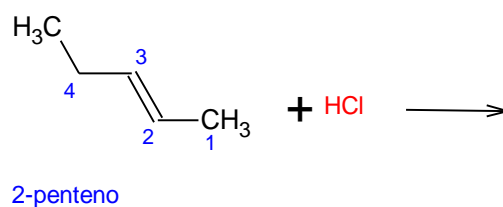


Solución: La reacción es una reacción de dihalogenación a un alqueno, se trata de una reacción de adición electrofílica sobre los carbonos que soportan el doble enlace, e producto formado será un compuesto dihalogenado en carbonos 2 y 3, en torno a los cuales se encontraba la doble ligadura.

Resultado:

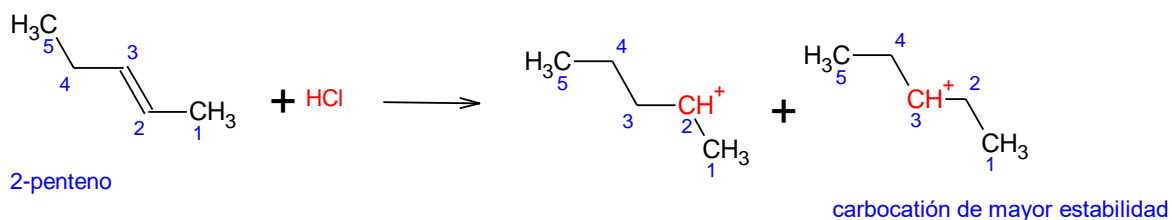


b)

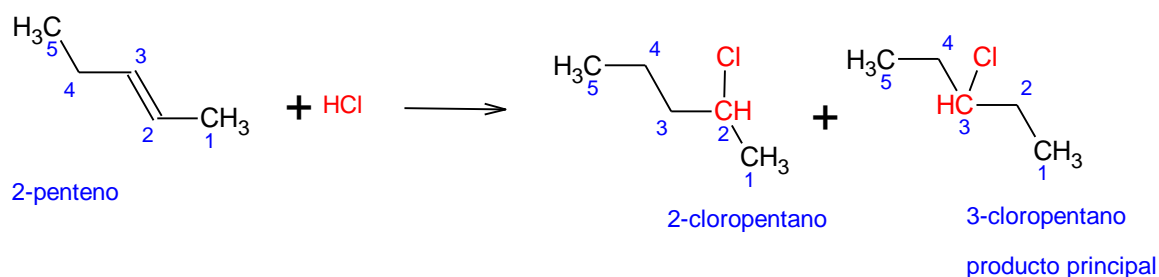


**Solución:** 1) La reacción es una monohalogenación de un alqueno, el ion cloruro Cl<sup>-</sup> se unirá al carbocatión formado y protón H<sup>+</sup> del ácido como agente electrofílico se unirá al C<sup>-</sup>

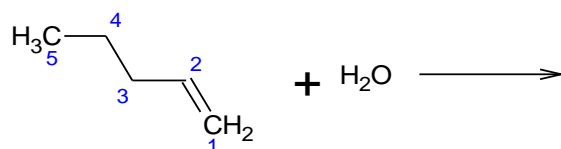
2) Se pueden formar carbocationes sobre los carbonos 2 y 3, ambos secundarios, pero el C 3 se encuentra unido a dos carbonos-mayor estabilidad- el C 2 se encuentra unido a un solo carbono (menor estabilidad)



Resultado:

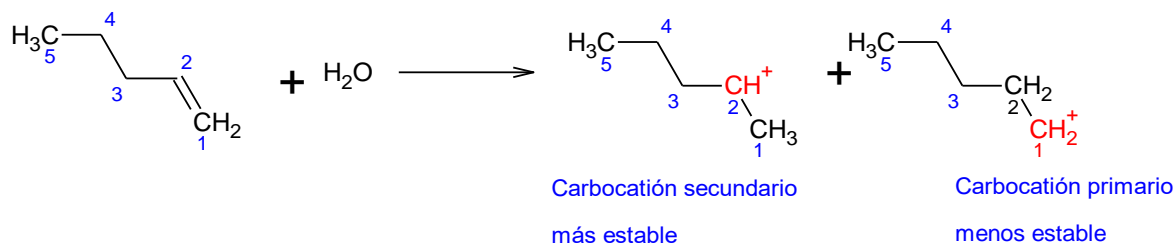


c)

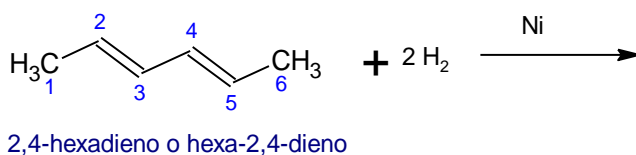
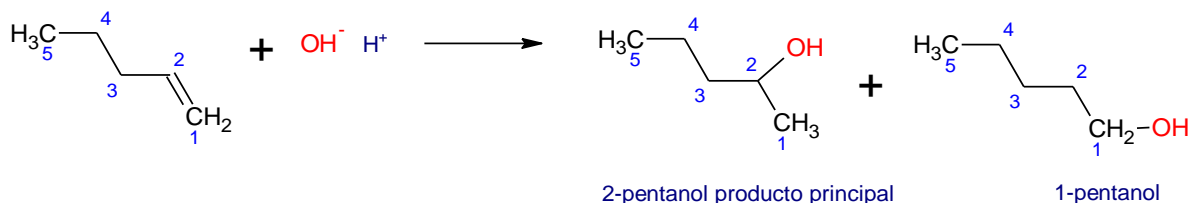


**Solución:** La reacción representa la hidratación del 1-penteno, la molécula de agua se disocia en iones H<sup>+</sup> y OH<sup>-</sup>.

1) En el alqueno se forman dos tipos de carbocationes uno primario y otro secundario, el secundario es más estable por lo cual el producto principal será 2-pentanol preferentemente sobre el 1-pentanol.

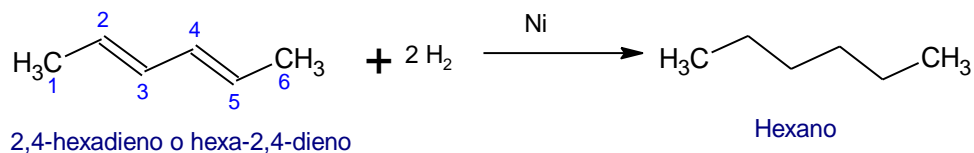


## 2) Resultado



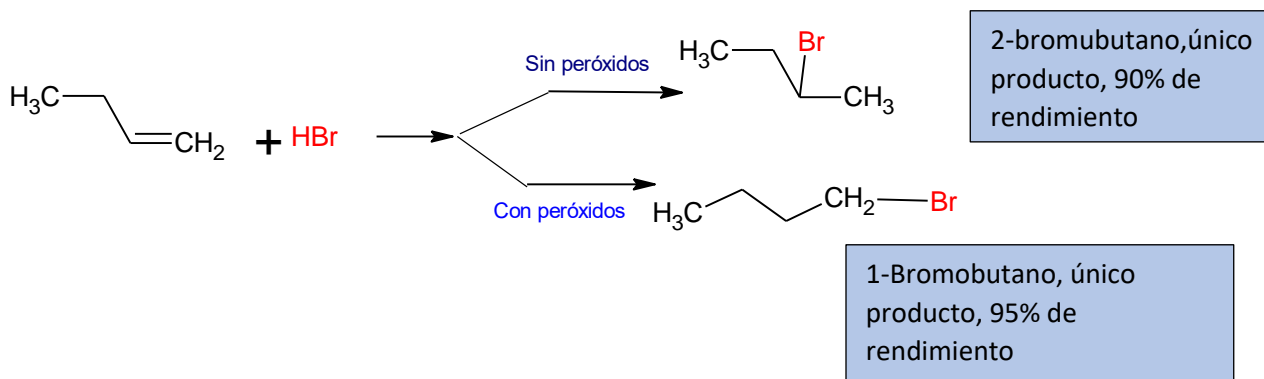
d)

**Solución:** La reacción es una reacción de hidrogenación catalítica o reducción catalítica, se adiciona hidrógeno molecular en presencia de Ni como catalizador, el H rompe los dobles enlaces formando un alcano (enlaces sencillos)

**Resultado:**

## Reactividad vía radicales libres

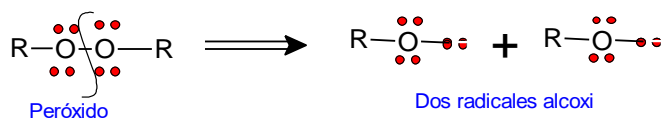
La adición de bromuro de hidrógeno por formación de radicales libres al 1-buteno, se realiza por un mecanismo de reacción caracterizado por dos etapas: 1) Iniciación y 2) propagación en la cadena. La etapa de iniciación comprende dos pasos en lugar de uno, este último comprende la adición de los **peróxidos**, éstos actúan **como iniciadores**, no se incorporan al producto actuando como fuente de los radicales necesarios en la iniciación de la reacción en cadena.



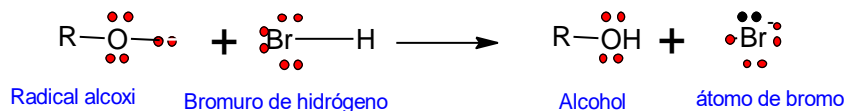
Mecanismo:

1) Iniciación:

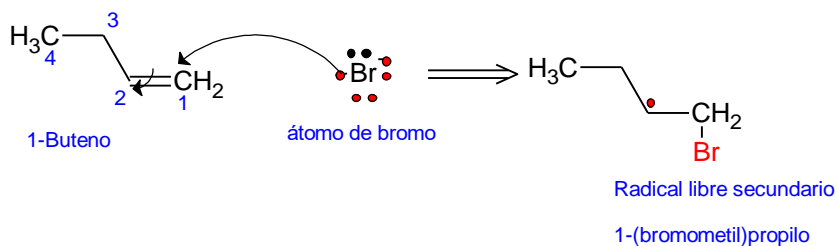
1er paso: El doble enlace débil O—O del peróxido sufre disociación homolítica para dar dos radicales alcoxis.



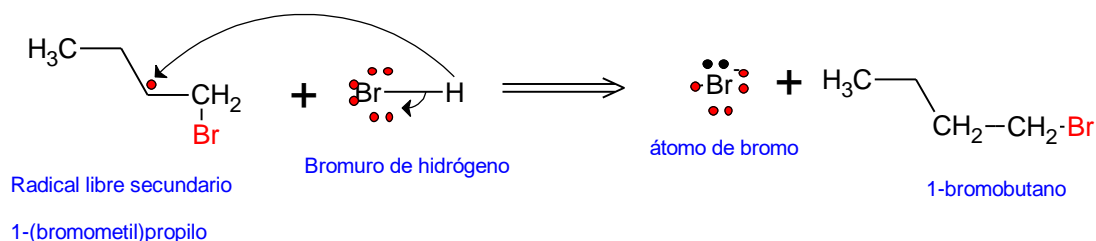
2do. Paso: Un radical alcoxi quita un átomo de hidrógeno del bromuro de hidrógeno, generando un átomo de Bromo y facilitando las condiciones para una reacción en cadena



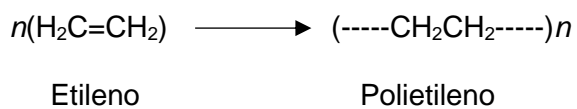
2) Propagación de la cadena: El bromo se enlaza al C1 del 1-buteno para formar un radical secundario, más estable que el radical primario.



3) El radical libre secundario acepta un átomo de hidrógeno del bromuro de hidrógeno, formando como producto el 1-bromobutano. Al romperse el enlace H—Br se genera un nuevo átomo de bromo que reaccionará con otra molécula de alqueno.



### Polimerización de etileno por radicales libres:

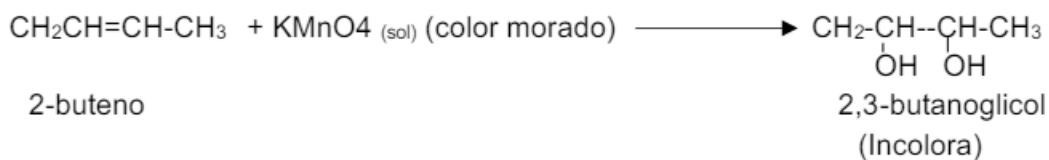


### Oxidación de un alqueno a glicol

Los alquenos pueden sufrir oxidación en presencia de un oxidante fuerte como el permanganato de potasio ( $\text{KMnO}_4$ ) en solución acuosa, produciendo glicoles-alcoholes dihidroxilados en carbonos vecinales- generalmente esta reacción es empleada para identificar la presencia de una doble ligadura. La solución de  $\text{KMnO}_4$  es de intenso color morado, al

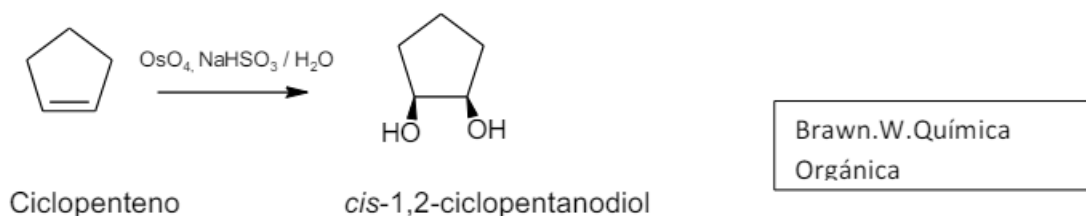


reaccionar con un alqueno-o doble enlace etilénico- la solución se torna incolora, confirmando la presencia del doble enlace.



Wade,Jr. L.G. cita en su texto de Química Orgánica, vol 1: “El tetróxido de Osmio  $\text{OsO}_4$  es un agente oxidante que transforma los alquenos en glicoles, la reacción es *estereoselectiva* ya que produce isómero *cis* en el caso de los cicloalquenos que forman glicoles cíclicos”.

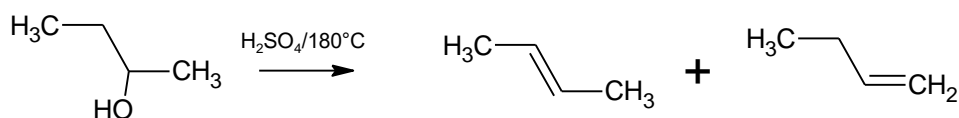
Ejemplos:



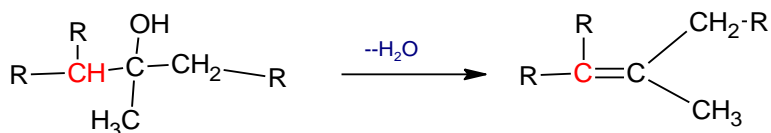
### 3.1.4. Métodos de Obtención, Usos y Aplicaciones en Alimentos

**Métodos de obtención de alquenos.** Los alquenos se preparan a partir de reacciones de eliminación:

1) Deshidratación de alcoholes. En la deshidratación de alcoholes un **H** y un **OH** se pierden de carbonos vecinales o adyacentes. La reacción tiene lugar en la presencia de un ácido fuerte, como el ácido sulfúrico  $\text{H}_2\text{SO}_4$  actuando como catalizador.



Regioselectividad en la deshidratación de los alcoholes: La reacción obedece la regla de Zaitsev, la cual indica que el alqueno obtenido será el más sustituido por ser el más estable. (el doble enlace se formará entre los carbonos que presenten mayor número de sustituyentes)



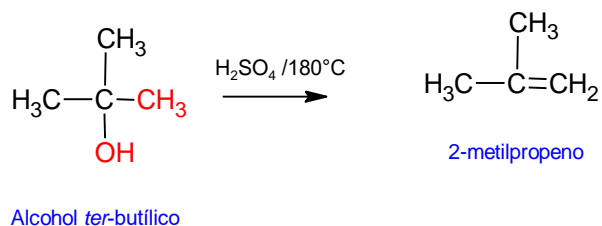
El hidrógeno que se pierde es del carbono que tiene menos hidrógenos unidos

Alqueno presente en mayor cantidad en el producto

El alqueno más sustituido es por lo general, el más estable: Regla de Zaitsev)

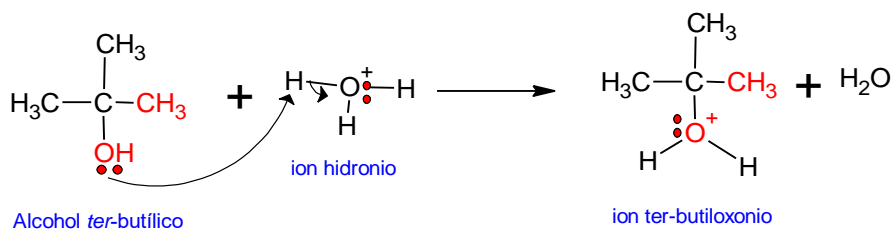
### Mecanismo E1 para la deshidratación catalizada por ácido:

Reacción en general:

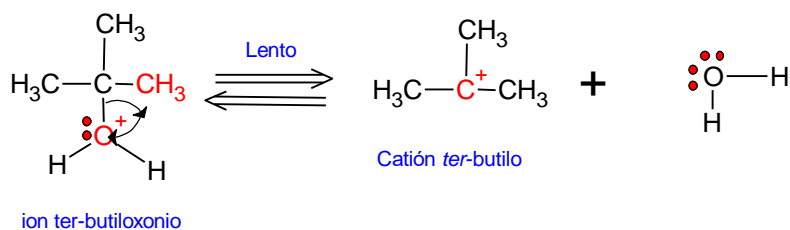
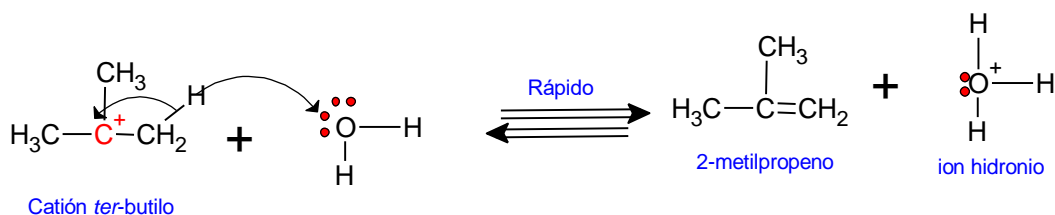


Mecanismo de reacción:

1) Protonación del alcohol *ter*-butílico

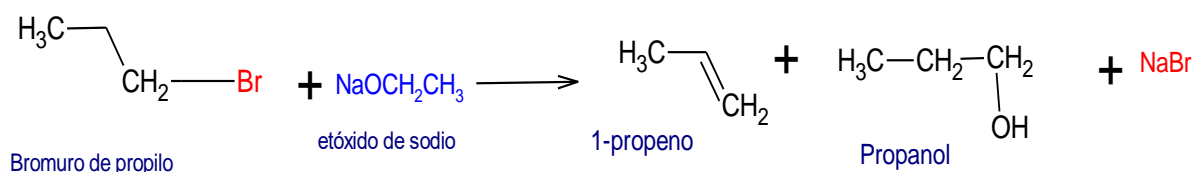


## 2) Disociación del ion ter-butiloxonio a carbocatión y agua

3) Desprotonación del catión *ter*-butilo

## 2) Deshidrohalogenación de halogenuros de alquilo para la obtención de alquenos

En las reacciones de deshidrohalogenación de los halogenuros de alquilo, éstos pierden un hidrógeno y un halógeno para formar alquenos. Es una de las reacciones más generalizadas para la preparación de alquenos. Se emplea una base fuerte como el etóxido de sodio.



Usos y aplicaciones en alimentos: El uso principal de los alquenos, etileno y propileno principalmente, es en la obtención de polímeros como el propileno y el cloruro de vinilo, un monómero para obtener cloruro de polivinilo (PVC).

El acrilonitrilo y el óxido de propileno son derivados del propileno, el acrilonitrilo se emplea para fabricar fibras acrílicas y el óxido de propileno en la obtención de poliuretanos.

Polietileno, estireno son otros importantes polímeros obtenidos mediante monómeros derivados de los alquenos.

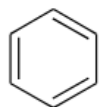
Usos en alimentos. El etileno se emplea frecuentemente para acelerar maduración en frutas y verduras.

## 3.2. Hidrocarburos Aromáticos

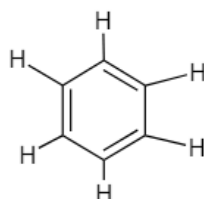
### 3.2.1 Aromaticidad y Reglas de Aromaticidad.

La estructura fundamental de los compuestos aromáticos es el benceno, ¿Cómo debemos comprender el término “aromaticidad”? El término es empleado porque tanto el benceno como muchos de sus derivados presentan un olor característico, actualmente el término hace referencia a los compuestos muy estables altamente insaturados, que presentan efecto resonante en su anillo bencénico.

Estructura del benceno:



Estructura de Kekulé para el benceno en modelo de líneas y ángulos



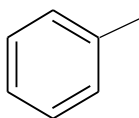
La fórmula condensada del benceno:  $C_6H_6$   
 Todos los hidrógenos del benceno son equivalentes

Si observamos la estructura del benceno ¿Presentará similitudes los dobles enlaces del benceno con los dobles enlaces de los alquenos?

El benceno presenta un sistema de dobles enlaces dentro de una estructura cíclica, los dobles enlaces de un anillo bencénico presentan características muy diferentes al doble enlace etilénico estudiado en los alquenos, reaccionan frente a reactivos diferentes, mientras el doble enlace de los alquenos presenta reacciones de adición electrofílica, el **benceno y sus derivados** presentan **reacciones de sustitución nucleofílica**.

El término **areno** describe los hidrocarburos aromáticos, el benceno es un areno y de él se derivan los radicales o grupos arilo, Ar<sup>-</sup>-cuando el benceno pierde un hidrógeno- así como los grupos o radicales alquilo se derivan de los alcanos o alquenos.

Grupo arilo:

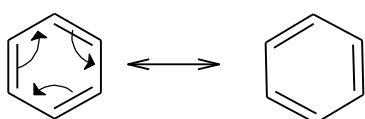


El grupo arilo derivados del benceno se nombra como fenil o fenilo

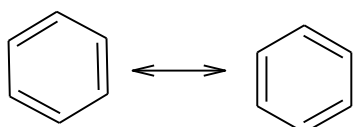
Formula condensada: -C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>

Formas resonantes para el benceno: Podemos representar la estructura del benceno en cualquiera de sus dos estructuras resonantes, o su equivalente con un círculo.

El benceno está representado como un híbrido de dos estructuras llamadas contribuyentes equivalentes, (estructuras de Kekulé)



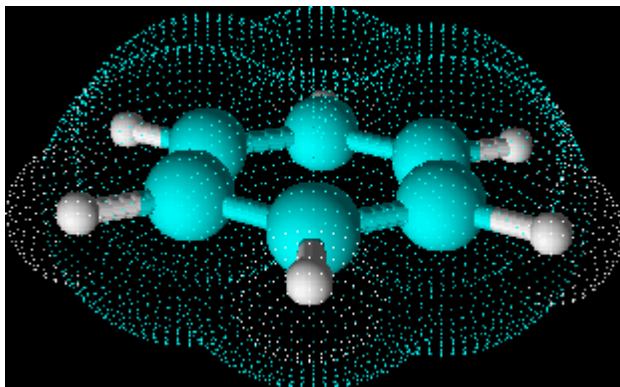
El benceno se presenta como un híbrido de dos estructuras contribuyentes



Equivalente  
a



Orbitales 2p perpendiculares al plano del anillo, se empalman para formar una nube  $\pi$  ( $\pi$ ) por encima del plano y una segunda por debajo del plano



Densidad electrónica del benceno, debida a los electrones 2p deslocalizados, por efecto resonante en la molécula, formando una nube  $\pi$  por encima y por debajo del plano (región con forma de dona)

El concepto de aromaticidad.

¿Qué características deben reunir los compuestos para considerarlos como aromáticos, diferentes a los derivados del benceno? Estas moléculas presentan un alto grado de insaturación, pero no experimentan las reacciones típicas de los alquenos. De acuerdo con Erich Huckel (1930) para que un anillo de cinco o seis miembros sea aromático deberá cumplir las características siguientes:

- a) Ser plano
- b) Tener un orbital 2p en cada átomo del anillo
- c) Presentar seis (cinco) electrones  $\pi$  ( $\pi$ ) en el ordenamiento cíclico de orbitales 2p

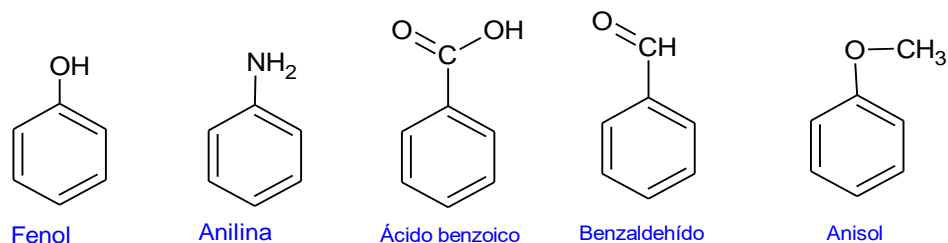
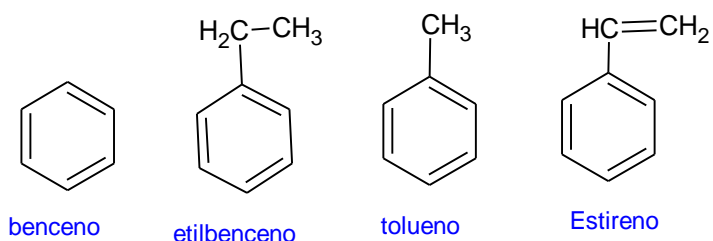
### **3.2.2 Reacciones de Sustitución Aromática Electrofílica en Benceno y Bencenos**

**Sustituidos: Mecanismo, Reactividad y Orientación. Hidrocarburos Aromáticos**

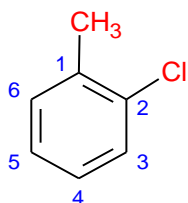
**Policíclicos.**

#### **Bencenos monosustituidos**

Compuestos derivados del benceno como los alquilbencenos, se identifican mediante sus nombres comunes, admitidos por la IUPAC:

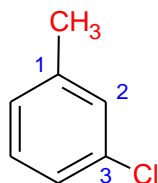


Bencenos di sustituidos: Cuando se tienen dos sustituyentes sobre el benceno se pueden presentar tres tipos de isómeros estructurales. Las posiciones de los sustituyentes se pueden enumerar o emplear las palabras **orto**, **meta** y **para**.



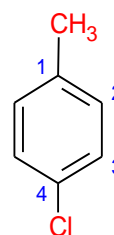
***o*-clorotolueno**

Sustituyentes en  
**posiciones 1,2**  
correspondientes a **Orto**



***m*-clorotolueno**

Sustituyentes en  
**posiciones 1,3**  
correspondientes a  
**meta**



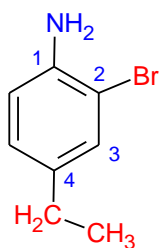
***p*-clorotolueno**

Sustituyentes en  
**posiciones 1,4**  
correspondientes a  
**para**

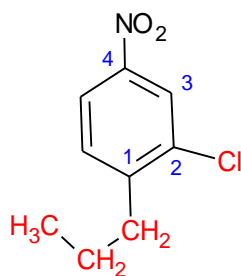
## Bencenos polisustituídos

Cuando en un anillo bencénico están presentes más de dos sustituyentes, se emplean números para indicar su posición. Si alguno de los sustituyentes concede un nombre especial entonces se nombra al compuesto como derivado de esa molécula.

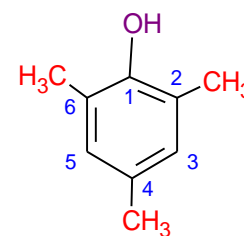
Si ninguno de los sustituyentes confiere un nombre especial, se enumeran las sustituyentes asignando la menor localización a cada uno de ellos, se mencionan en orden alfabético y nombrando la palabra benceno después de los sustituyentes.



2-Bromo-4-etilanilina

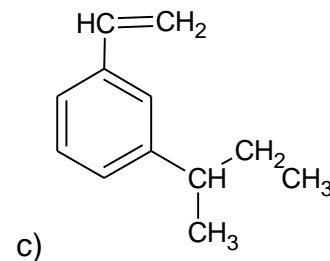
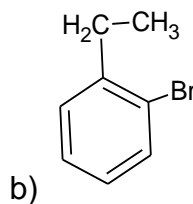
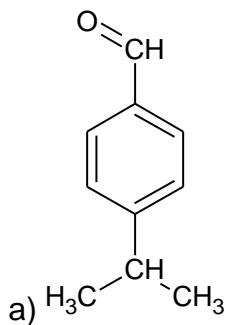


2-cloro-1-propilnitrobenzeno

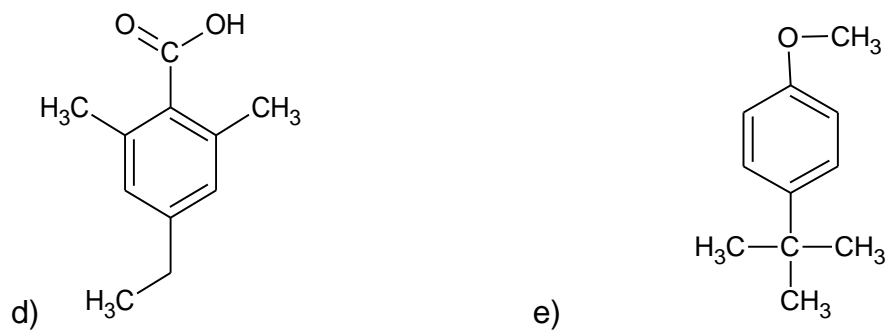


2,4,6-trimetilfenol

Ejercicios: Escriba los nombres correspondientes a las estructuras mostradas:







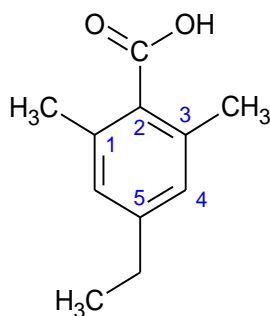
Soluciones: a) dos sustituyentes en posición 1,4 corresponde a la posición **para** del Benzaldehído. **Nombre: p-isopropilbenzaldehído**

b) Dos sustituyentes en posición 1,2 corresponde a posición orto.

**Nombre: p-bromoetilbenceno**

c) El compuesto presenta dos sustituyentes en posición 1,3 corresponde a la posición meta, el nombre sería: **m-secbutilestireno**

d) Se trata de un benceno polisustituído, enumeramos el ciclo:

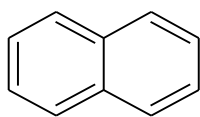


Los sustituyentes corresponden a tres metilos en posiciones 1,3,5 con respecto al ácido benzoico. **Nombre: Ac. 1,3,5-trimetilbenzoico**

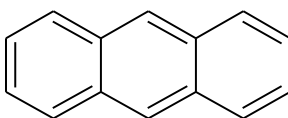
e) El compuesto presenta dos sustituyentes en posición 1,4 correspondiente a **para**,  
 nombre: *p-ter-butylanisol*

### Hidrocarburos aromáticos policíclicos

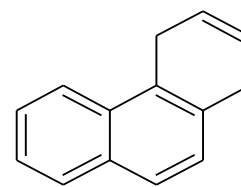
Estos compuestos contienen dos o tres anillos aromáticos, cada dos anillos comparten un par de átomos de carbono



Naftaleno

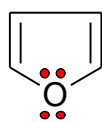


Antraceno

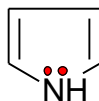


Fenantreno

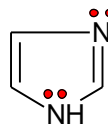
Otros compuestos considerados aromáticos son los llamados compuestos heterocíclicos (compuestos que contienen un átomo diferente a carbono formando el anillo. Los compuestos heterocíclicos más importantes formados por anillos de cinco miembros:



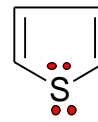
Furano



Pirrol



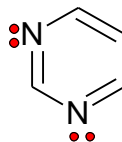
Imidazol



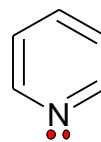
Tiofeno

Compuestos heterocíclicos de seis miembros:

El par de electrones no forma parte del sexteto aromático

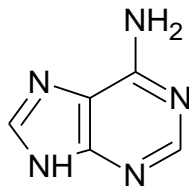


Pirimidina



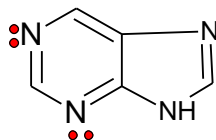
Piridina

Los heterocompuestos contienen un heteroátomo (átomo diferente al carbono)



Adenina

En el mundo biológico resalta la importancia de los compuestos con anillos fusionados como son el **indol** y la **purina**. Del **indol** derivan la serotonina y el L-triptófano. La purina se forma con un anillo de pirimidina fusionado con un anillo de imidazol.

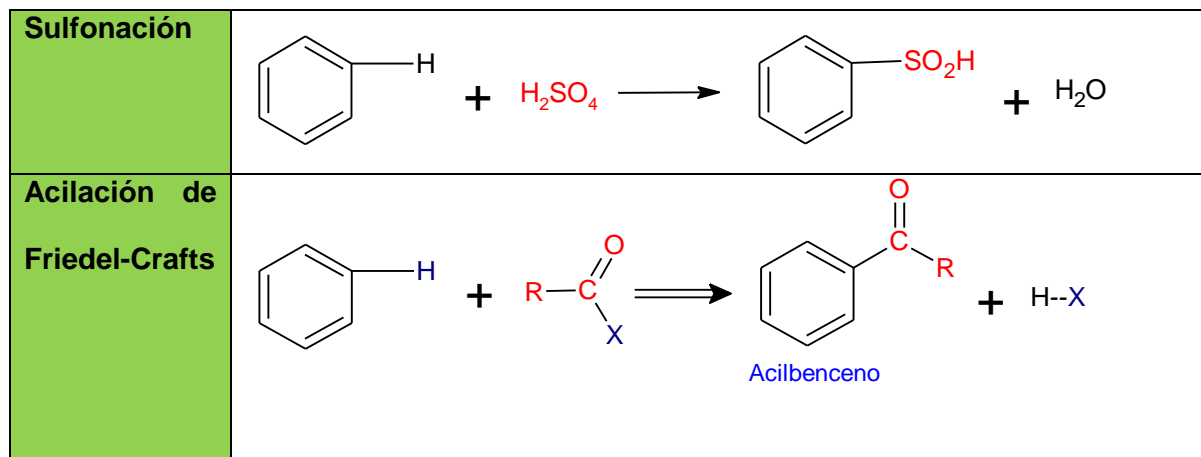


Purina

### Reacciones de sustitución aromática electrofílica

Las reacciones características de los compuestos aromáticos son las reacciones de sustitución aromática electrofílica, las representaremos en el cuadro siguiente:

Halogenación	 $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{FeCl}_2} \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$
Nitración	 $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Alquilación	 $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{R-X} \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{R} + \text{H-X}$



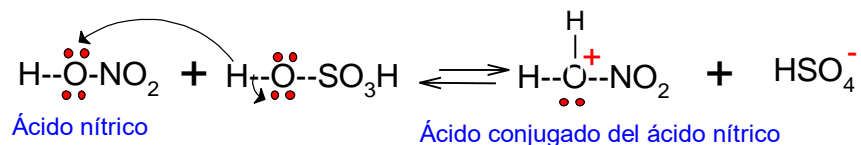
Mecanismo de reacción en la sustitución aromática electrofílica:

En las reacciones de sustitución aromática electrofílica se sustituye un hidrógeno del anillo aromático por un grupo electrofílico  $\text{E}^+$  (buscador de electrones) éste aceptará un par de electrones de un nucleófilo  $\text{N}^{**}$  formando un nuevo enlace.

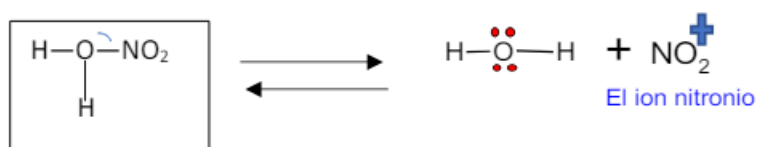


Mecanismo de reacción en la Nitración y sulfonación:

Paso 1) El ácido sulfúrico transfiere un protón al grupo OH del ácido nítrico formando el ácido conjugado del ácido nítrico:



Paso 2) El ácido conjugado se deshidrata (pierde agua) formando el ion nitronio

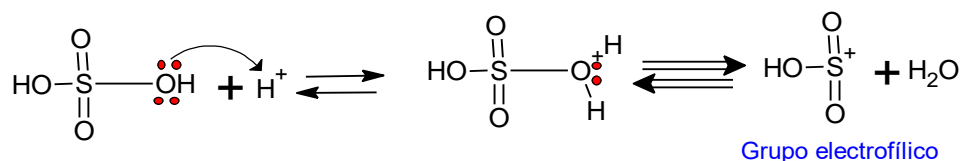


El grupo nitroso se puede reducir a un grupo amino primario

-NH<sub>2</sub>

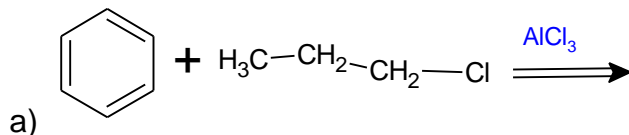
Por hidrogenación catalítica

La reacción de sulfonación se realiza con ácido sulfúrico concentrado, se forma el agente electrofílico: HO-S<sup>+</sup>O<sub>2</sub>



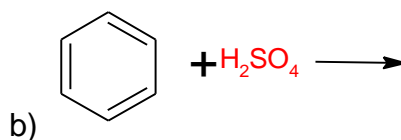
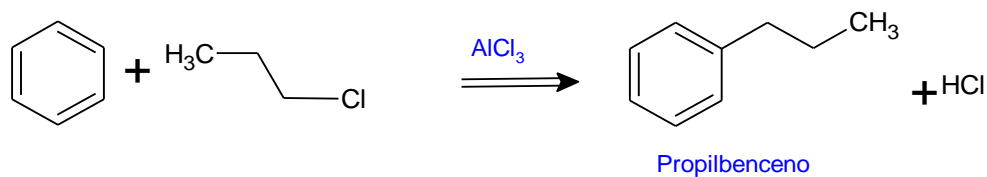
Reacciones de monosustitución: Cuando tiene lugar la entrada de un solo grupo sustituyente al anillo aromático, este grupo o agente electrofílico puede sustituirse por cualquiera de los seis hidrógenos unidos al anillo bencénico.

Ejercicios: Realice las reacciones siguientes, escribiendo la estructura y nombre del producto obtenido:

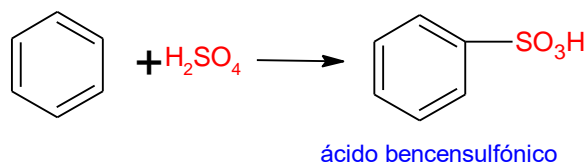


Solución: La reacción indica como reactantes el benceno y el cloruro de propilo-halogenuro de alquilo- en presencia de un ácido de Lewis, se trata entonces de una reacción de alquilación.

Resultado:

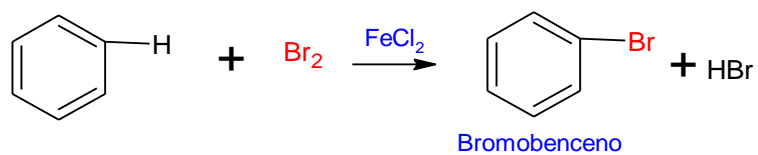


Solución: la reacción representa una reacción entre el benceno y el ácido sulfúrico, tratándose de una reacción de sulfonación.



c) Indique las reacciones necesarias para obtener el bromobenceno a partir del benceno, indique todos los reactivos necesarios.

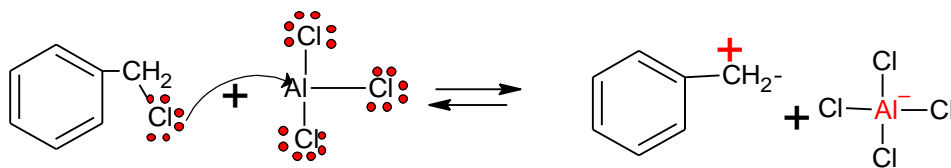
Solución: Para obtener el bromobenceno es necesario hacer una reacción de bromación-halogenación- empleando un ácido de Lewis tal como el cloruro férrico,  $\text{FeCl}_3$  :



d) Escriba la estructura del producto formado por acilación de Friedel-Crafts del benceno con Cloruro de bencilo  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$

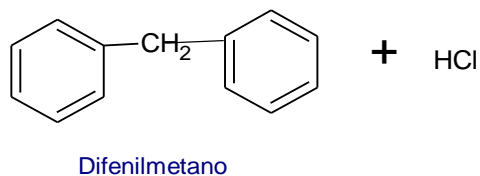
Solución: Para realizar la reacción de acilación se necesita de un ácido de Lewis como  $\text{AlCl}_3$

a) Se forma primero el complejo molecular con carga positiva sobre el cloro



b) El cloruro de bencilo con una carga positiva será un agente electrofílico y sustituirá al hidrógeno del anillo bencénico.

Resultado:



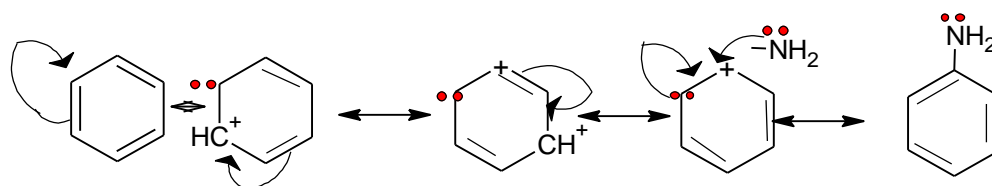
¿Cómo son las reacciones de sustitución aromática electrofílica cuando existe un grupo ya sustituido en el anillo bencénico? Si el benceno presenta un sustituyente, la entrada de un segundo sustituyente estará condicionada por el primero, es decir, el sustituyente ya presente orientará la entrada de un segundo sustituyente al anillo aromático. Los sustituyentes en un anillo bencénico pueden ser orientadores de un segundo sustituyente a posiciones **orto-para y meta**.

1						
Directores Orto-para	Fuertemente activador	$\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}\text{H}_2$	$\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}\text{H}-\text{R}$	$\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}-\text{R}$	$\overset{\cdot\cdot}{\text{O}}\text{H}$	$\overset{\cdot\cdot}{\text{O}}-\text{R}$
	Moderadamente activador	- NHCOR	-NHCAr	-OCO-R	-OCO-Ar	
	Débilmente activador	-R				
	Débilmente desactivador	-F	-Cl	-Br	-I	

Directores meta	Desactivador moderado	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}-\text{H} \\   \end{array}$ $-\text{SO}_3\text{H}$	$\begin{array}{c} \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{R} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}-\text{OR} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}-\text{NH}_2 \\   \end{array}$
	Desactivador fuerte	$-\text{NO}_2$	$-\text{NH}_3^+$	$-\text{CF}_3$	$-\text{CCl}_3$	

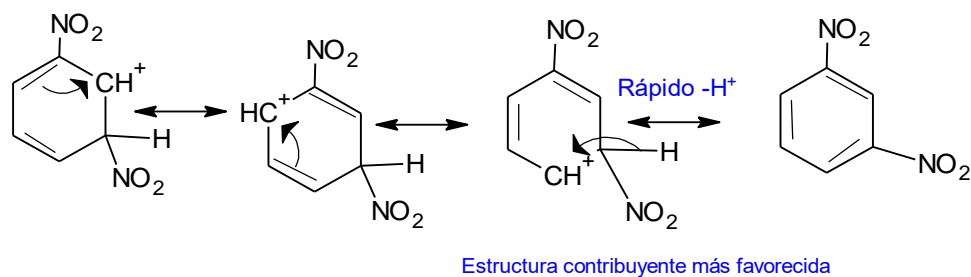
**Nota:** Los grupos activadores tendrán preferencia sobre los grupos desactivadores en sustituciones posteriores.

electrones libres, por lo cual tenderá a estabilizar el carbocatión formado en el anillo bencénico, y orientan a posiciones **orto-para** la entrada de un segundo sustituyente.

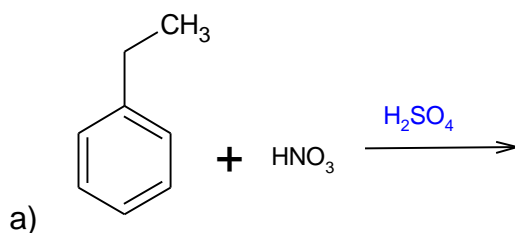


Los grupos desactivadores de anillo aromático presentan un átomo con una carga positiva- como los grupos carbonilo y nitroso- lo cual tenderá a estabilizar el anillo bencénico en posición **meta** para la entrada de un segundo sustituyente,



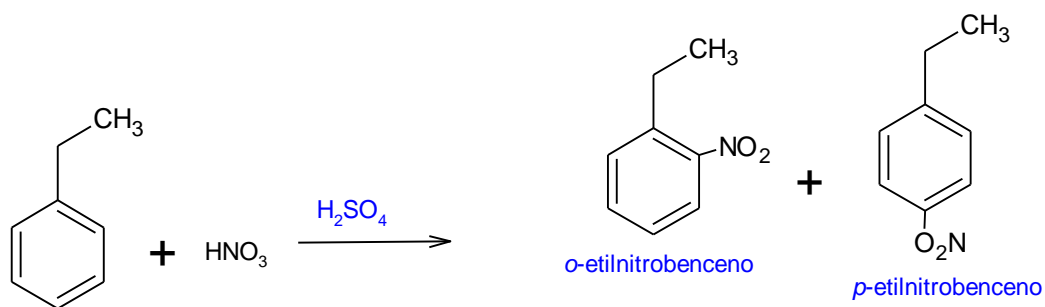


Ejercicio 1: Complete las reacciones mostradas a continuación, indicando, si es el caso, los isómeros obtenidos como producto, así como sus nombres

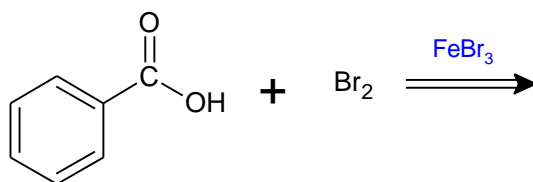


Solución: El benceno tiene como sustituyente un etilo-grupo alquilo, R- este grupo alquilo es un director a orto-para para el grupo nitroso que se formará con la reacción de nitración.

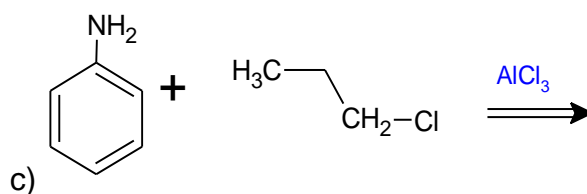
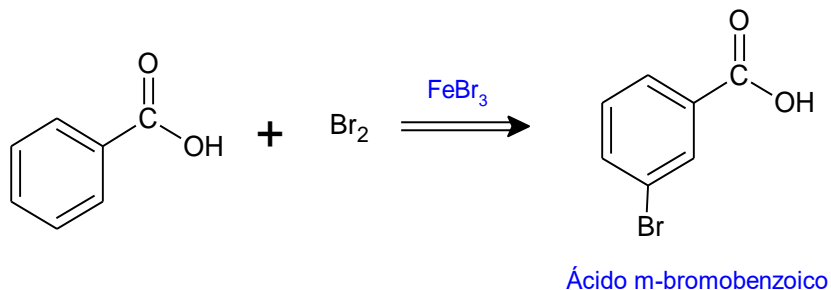
Resultado:



b)

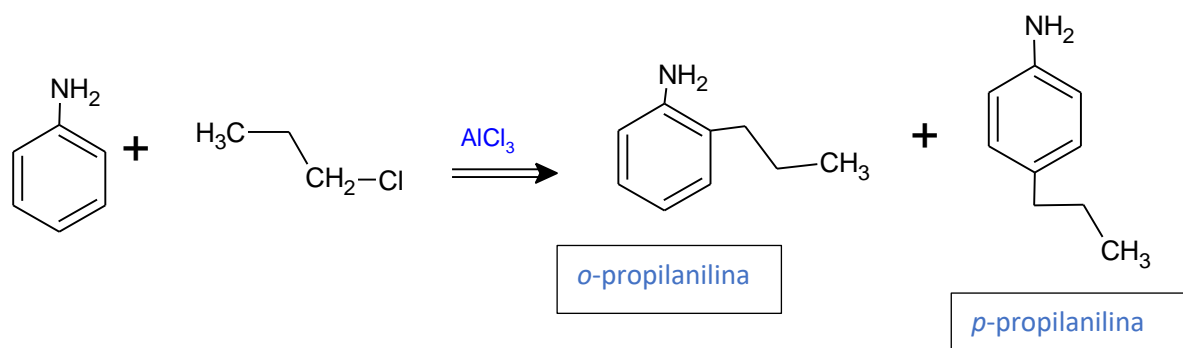


Solución: El reactante es el ácido benzoico, el grupo sustituyente es el grupo carboxilo, grupo orientador a la posición meta de un segundo sustituyente entrante, en este caso un átomo de Bromo.

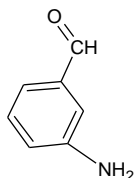


Solución: El benceno tiene el grupo amino como sustituyente, se trata de la anilina. El grupo amino es un orientador a posiciones orto-para de un segundo sustituyente, en este caso un grupo propilo, se trata de una reacción de alquilación.

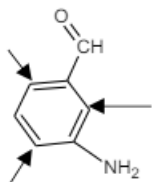
Resultados:



Ejercicio 2. Indique la posición posible del sustituyente indicado, en cada uno de los anillos aromáticos polisustituídos



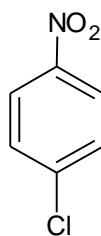
Solución: El benceno presenta dos grupos sustituyentes: a) un grupo carbonilo moderadamente desactivador, orientador a posiciones meta. b) un grupo amino fuertemente activador, orientador a posiciones orto y meta. El grupo fuertemente activador prevalecerá sobre el grupo débilmente desactivador.



Posición principal, no existe impedimento estérico

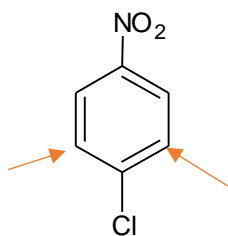
**Impedimento estérico:**

“Capacidad de un átomo o grupo de átomos de impedir el acceso a un sitio de reacción por efecto de su tamaño”



Solución: El benceno presenta dos sustituyentes: un grupo nitroso fuertemente desactivador orientador a posiciones meta, el segundo grupo es un cloruro débilmente desactivador pero orientador a posiciones orto-meta, por lo tanto, un grupo entrante se orientará a posiciones meta.

Resultado:



La entrada de un tercer sustituyente será en las posiciones señaladas, *meta* por orientación del -NO<sub>2</sub> y posición *orto* para la orientación del Cloruro -Cl

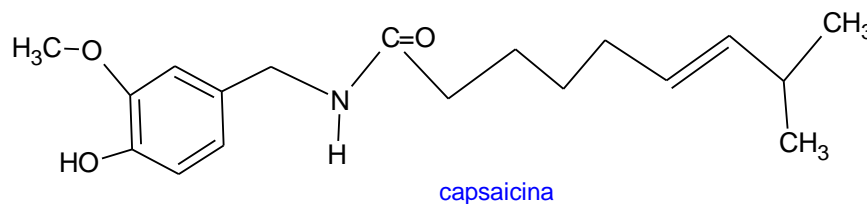
### 3.2.3 Métodos de Obtención, Usos y Aplicaciones en Alimentos

Los hidrocarburos aromáticos son obtenidos por la destilación de la hulla, del petróleo crudo, la destilación catalítica es otro de los métodos frecuentemente empleados. El benceno, tolueno y xileno son obtenidos como derivados principales.

Los hidrocarburos aromáticos son empleados en las síntesis para la fabricación de pinturas, polímeros plásticos y caucho sintético.

Aplicaciones en alimentos: Los compuestos aromáticos son estructuras básicas en la constitución de varios aromatizantes de alimentos como el limoneno, mentol y naranja, en cuanto a los saborizantes se encuentran la vainillina.

La capsaicina, es la sustancia que imparte picor a varias especies de chiles-*Capsicum* y *Solanaceas*-



### Ejercicios Prácticos Para Resolver por los Alumnos

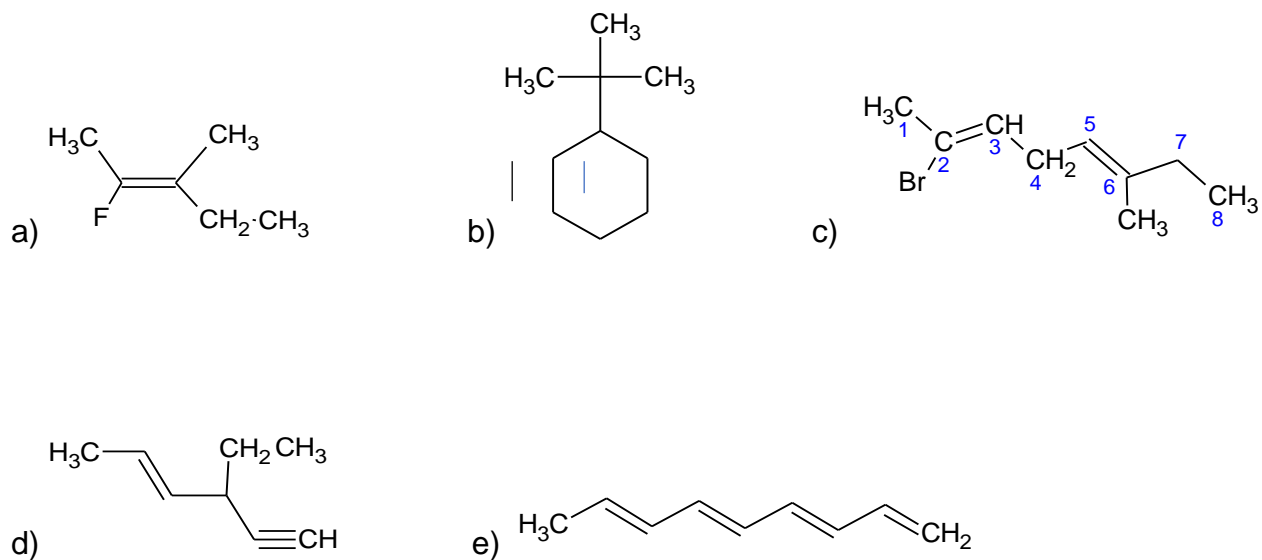
(Ver respuestas en el anexo 1)

## Hydrocarbons unsaturated alkenes and alkynes

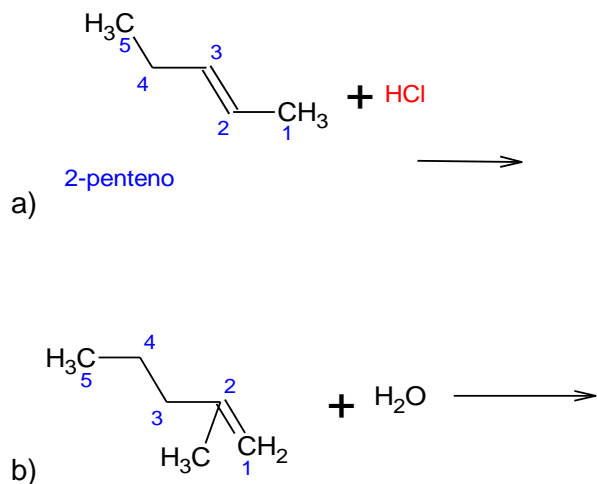
1.- Draw the structural formulas for the following compounds:

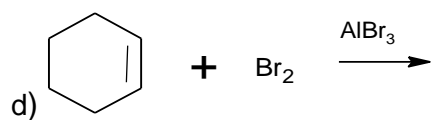
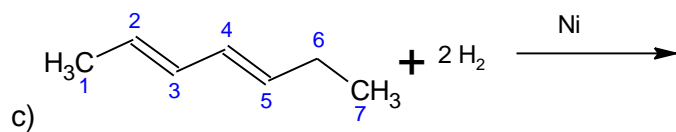
- a) *trans*-2-pentene    b) 3-vinylcyclobut-1-ene    c) 2-bromo-2-pentene  
 d) 3-isopropyl-4-methyl-1-pentyne    e) (Z)-1-bromopropene

2.- Write the IUPAC name for the following alkenes:



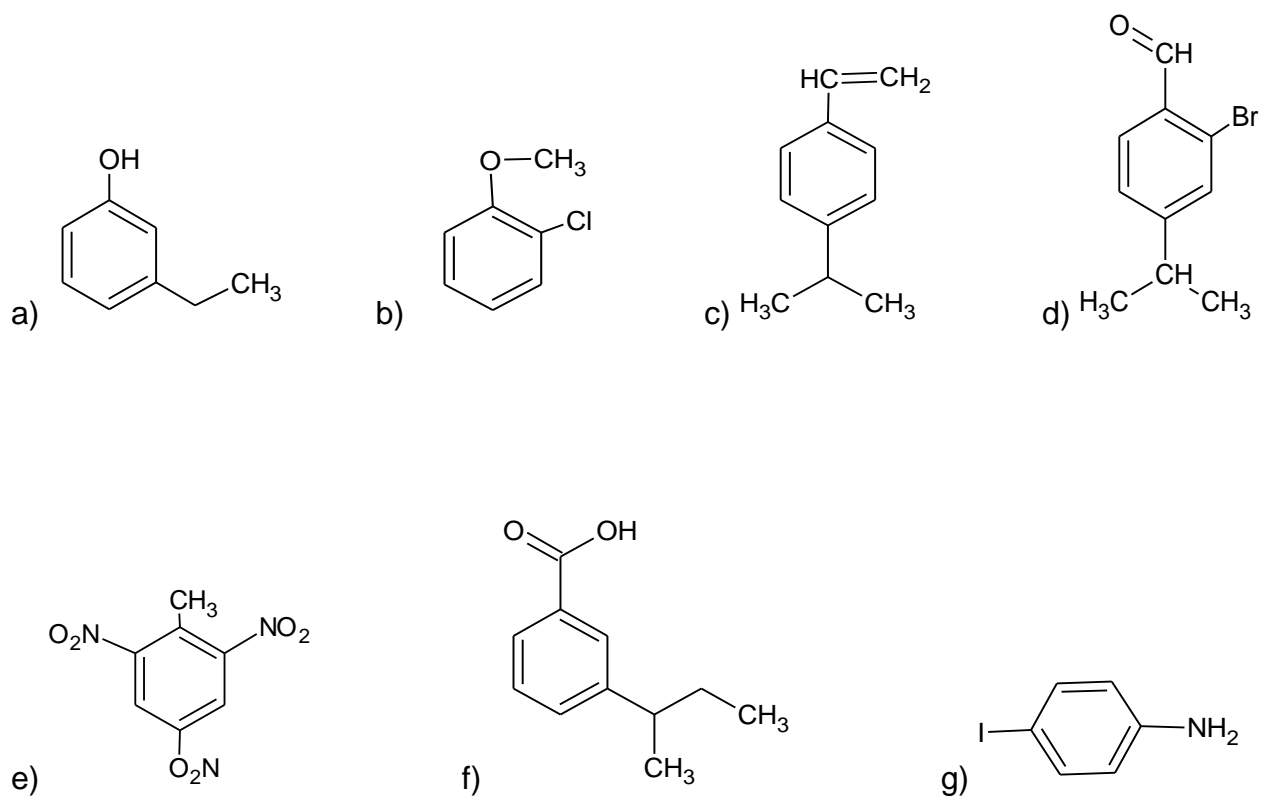
2.- Perform the addition reactions of the following alkenes:





Hidrocarburos aromáticos

3.- Indique el nombre de los compuestos siguientes:

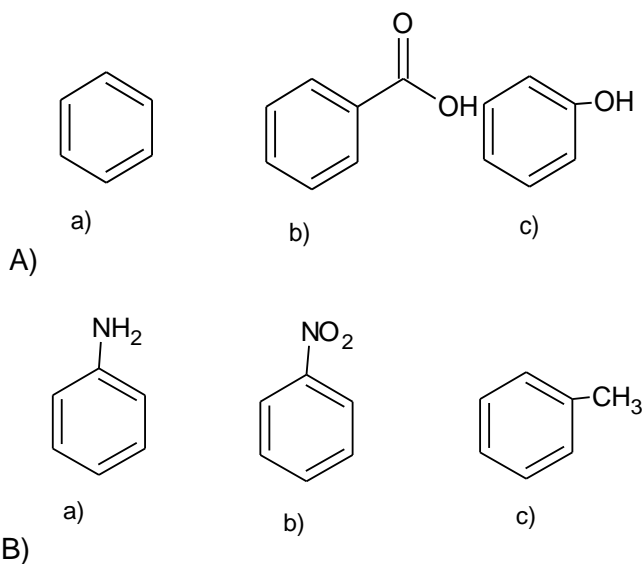


4.-Dibuje las estructuras correspondientes a los nombres indicados:

a) *m*-Xileno b) *o*-Cresol c) 2,4-dibromofenol d) *p*-terbutilestireno

e) *p*-diisopropilbenceno f) 4-cloro-3-etilestir

5.-Ordene los compuestos de cada conjunto de mayor a menor reactividad frente a la sustitución electrofílica aromática:

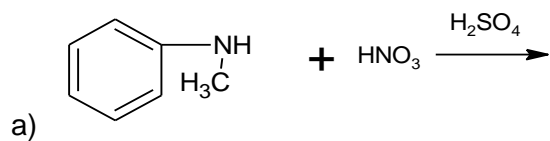


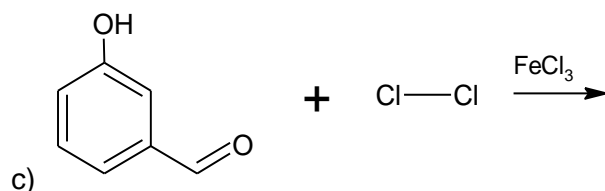
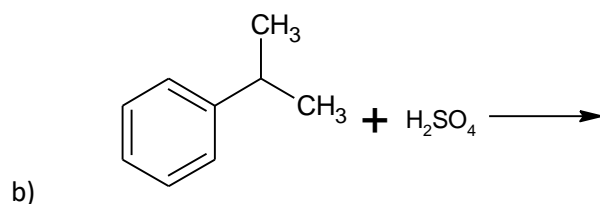
6.-Dibuje la formula estructural del producto principal obtenido al reaccionar el

$\text{CH}_3\text{-Cl/ AlCl}_3$  con cada uno de los compuestos siguientes:

a) Benzaldehído b) Anilina

7.- Complete las reacciones siguientes, escribiendo la estructura y el nombre del producto principal:





## TEMA 4: GRUPOS FUNCIONALES

### 4.1 Halogenuros de Alquilo

#### 4.1.1 Clasificación, Nomenclatura y Propiedades

¿Qué son los halogenuros de alquilo? Cuando un halógeno se encuentra unido a un grupo alquilo, estos compuestos se nombran como haloalcanos o halogenuros de alquilo, se pueden identificar de manera general como:



Nomenclatura.

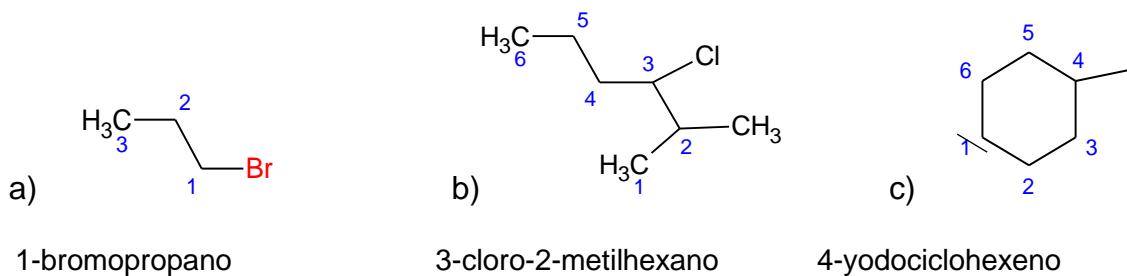
Nomenclatura de la IUPAC

1) Identificar la cadena principal

2) Enumerar la cadena comenzando por el lado donde se encuentra más próximo un primer sustituyente. Los halógenos sustituyentes se nombran como fluoro, cloro, bromo, yodo, en orden alfabético, al igual que los otros sustituyentes.

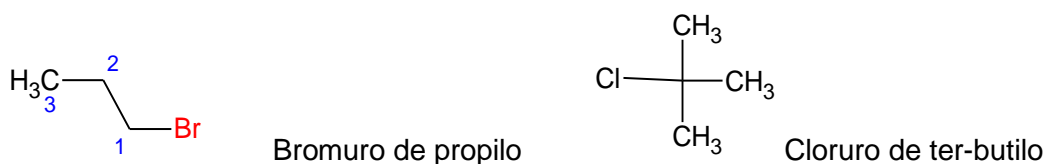


3) La ubicación de cada halógeno igual que la de otros sustituyentes, se indica con un número que precede al nombre del halógeno.



Nombres comunes:

Los nombres comunes de los halogenuros de alquilo se componen nombrando al halógeno con la terminación **Uro** – fluoruro, cloruro, bromuro, yoduro- seguido del prefijo de y después el nombre del grupo alquilo.

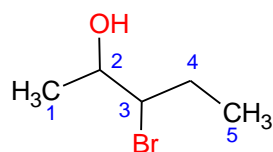


Nombre de la IUPAC: Bromoetano

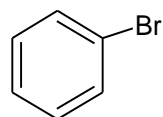
Propiedades: Los haloalcanos son empleados como disolventes, como el cloroformo, tetracloruro de carbono. La presencia de halógeno hará que las moléculas de haloalcanos sean polares, por lo cual sus propiedades como solventes son relevantes, a diferencia de los alcanos o cadenas hidrocarbonadas que son apolares.

$\text{CHCl}_3$  Triclorometano (cloroformo)  $\text{CCl}_4$  Tetracloruro de carbono

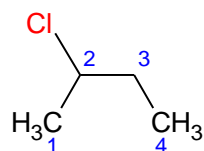
Ejercicios: Escriba el nombre de las estructuras mostradas:



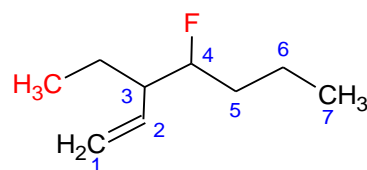
3-Bromo-2-hidroxipentano



Bromuro de fenilo



Cloruro de secbutilo o 2-clorobutano



4-fluor-3-etil-1-hepteno

## 4.2 Reacciones de Sustitución Nucleofílica: Mecanismo y Estereoquímica

En las reacciones de sustitución nucleofílica existen dos limitantes que condicionan la velocidad de la reacción: 1) el rompimiento del enlace carbono-grupo saliente y 2) La formación del nuevo enlace carbono-grupo nucleófilo ambos mecanismos ocurren simultáneamente. Este mecanismo de reacción se denomina **S<sub>N</sub>2**, donde:

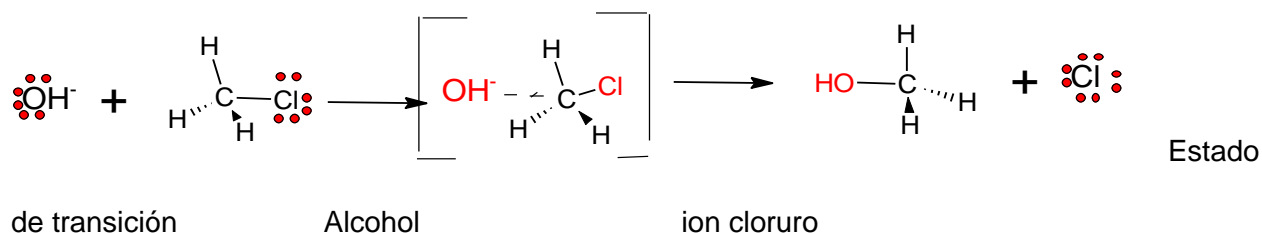
**S** significa **sustitución** **N** indica **nucleofílico** **2** indica **bimolecular**

¿Qué significa una reacción bimolecular? Cuando dos reactivos- el halogenuro de alquilo y el nucleófilo- delimitan la velocidad de la reacción, conduciendo a un estado de transición previo.

### Mecanismo S<sub>N</sub>2:

En la formación de un alcohol a partir de un halogenuro de alquilo y el ion hidroxilo:

Paso 1: El nucleófilo(-OH) es atraído por el carbocatión en formación, el grupo OH<sup>-</sup> entra del lado opuesto al halógeno, la razón es el gran volumen de ambos grupos, lo que se conoce como impedimento estérico, proporcionando mayor estabilidad en el estado de transición



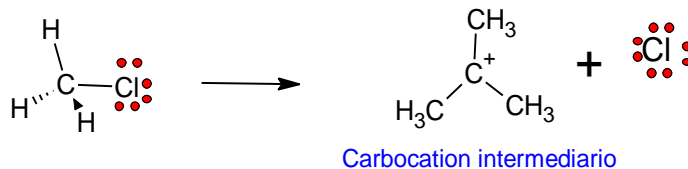
### Mecanismo S<sub>N</sub>1

Las reacciones de sustitución nucleofílicas unimoleculares, en esta un solo reactivo- el halogenuro de alquilo-es quien limita la velocidad de la reacción, previo a un estado de transición que determina la velocidad de la reacción.

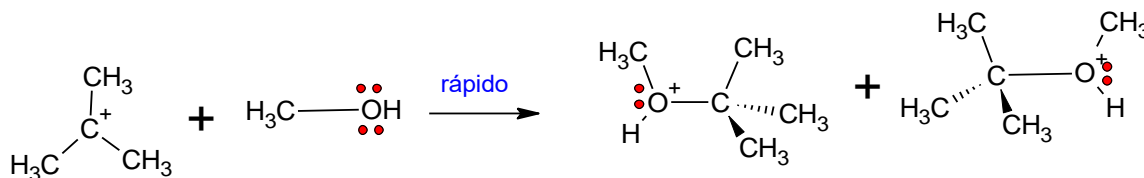
La ruptura del enlace carbono-grupo saliente se realiza completamente, y después se formará el nuevo enlace carbono-nucleófilo.

Mecanismo S<sub>N</sub>1:

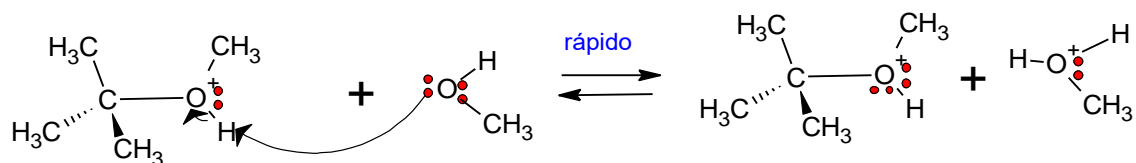
Paso 1: Formación del carbocatión por rompimiento del enlace C-X:



Paso 2: El alcohol es nucleófilo, reacciona por ambos lados del carbono del carbocatión intermediario



Paso 3: La transferencia del protón al alcohol y dará el producto:



La siguiente tabla indica la eficacia relativa de diferentes grupos sustituyentes

Eficacia como nucleófilo	Nucleófilos comunes y su eficacia relativa		
		Nucleófilo	
+	Bueno	Br <sup>-</sup> , CH <sub>3</sub> S <sup>-</sup> , RS <sup>-</sup> , HO <sup>-</sup> , CH <sub>3</sub> O <sup>-</sup> , RO <sup>-</sup>	
	Moderado	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> , RCOO <sup>-</sup> , CH <sub>3</sub> SH <sup>-</sup> , RSH, R <sub>2</sub> S NH <sub>3</sub> , RNH <sub>2</sub> , R <sub>2</sub> NH, R <sub>3</sub> N	
-	Deficiente	CH <sub>3</sub> OH, ROH CH <sub>3</sub> COOH, RCOOH	

### Reacciones de sustitución nucleofílica

Tabla 4

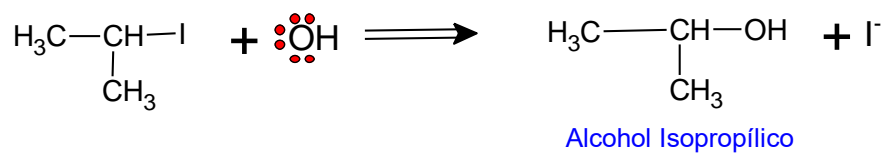
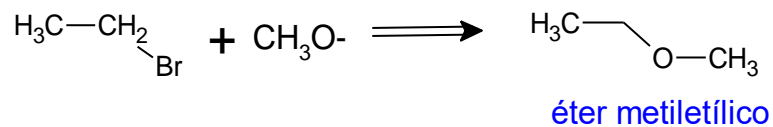
Reacción: Nu <sup>-</sup> + CH <sub>3</sub> Cl → CH <sub>3</sub> Nu + Cl <sup>-</sup>		
Nucleófilo	Producto	Producto que se forma
HO <sup>-</sup>	CH <sub>3</sub> OH	Alcohol
RO <sup>-</sup>	CH <sub>3</sub> OR	éter

$\text{HS}^-$	$\text{CH}_3\text{SH}$	Tiol (mercaptano)
$\text{RS}^-$	$\text{CH}_3\text{SR}$	Sulfuro (tioéter)
$\text{I}^-$	$\text{CH}_3\text{I}$	Yoduro de alquilo
$:\text{NH}_3$	$\text{CH}_3\text{NH}_3^+$	Ion alquilamonio
$\text{HOH}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{O}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	Alcoholprotonado
$\text{CH}_3\text{OH}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{O}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{H} \end{array}$	Éter protonado

Brown. (2012)

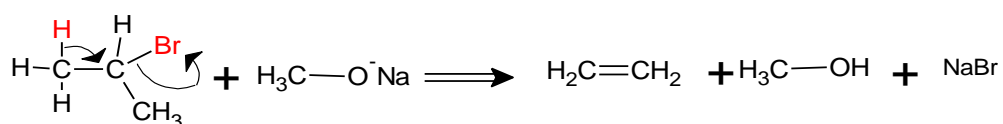
Ejercicios:

Escriba las reacciones siguientes:

1) Yoduro de isopropilo +  $\text{OH}^-$   $\longrightarrow$ 2) Bromuro de etilo +  $\text{CH}_3\text{O}^-$   $\longrightarrow$ 

### 4.3 Reacciones de Eliminación: Mecanismo, Estereoquímica y Orientación

Los halogenuros de alquilo reaccionan con una base fuerte (ion hidroxilo o etóxido) generando un alqueno, la reacción se conoce como deshidrohalogenación. El carbono enlazado al halógeno se nombra como carbono  $\alpha$ , el carbono adyacente se nombra como carbono  $\beta$ . La reacción consiste en la eliminación de un halógeno y un hidrógeno de carbonos adyacentes. Este tipo de eliminación se nombra como  **$\beta$ -eliminación**



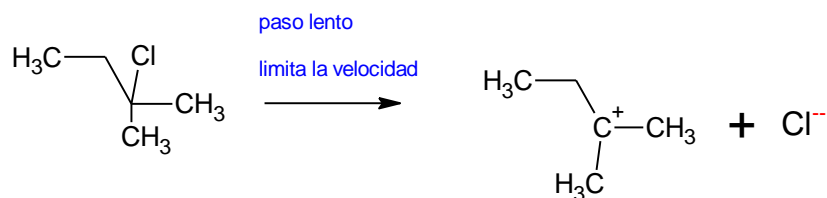
Existen dos mecanismos para la eliminación: E1 y E2

**E1** significa: E reacción de eliminación **1** indica que **solo una molécula** (el halogenuro de alquilo) **limita la velocidad** de la reacción.

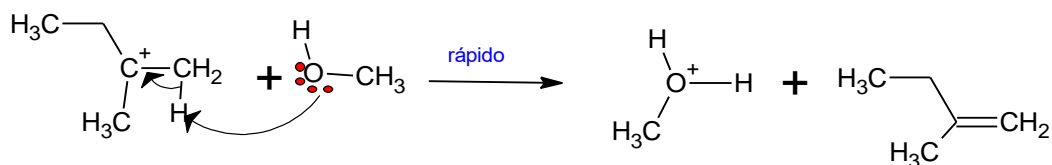
**E2** significa E reacción de eliminación **2** indica que **dos moléculas** (halogenuro de alquilo y la base) **determinarán la velocidad** de la reacción

Mecanismo E1 del 2-cloro-2-metilbutano

Paso 1: El rompimiento del enlace C—Cl formará un carbocatión terciario intermediario

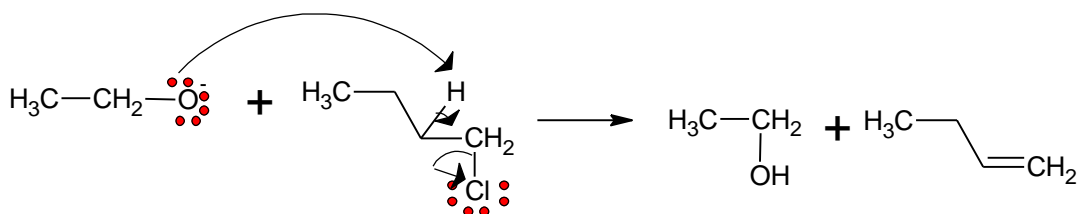


Paso 2: Se transfiere un protón del carbocatión a la molécula de disolvente (Un alcohol) produciendo el alqueno.



### Mecanismo E2 del 1-clorobutano

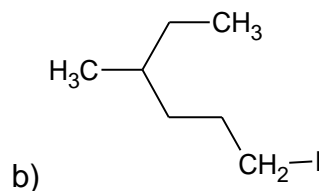
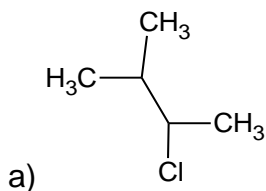
Todos los pasos de ruptura y formación de enlaces ocurren simultáneamente:



En los mecanismos E1 y E2, el **producto principal** formado será el que contenga el **doble enlace C-C más sustituido**. (Regla de Zaitsev)

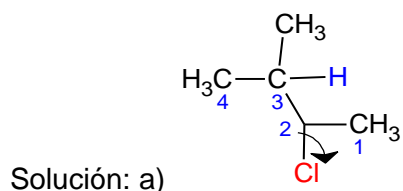
Ejercicios:

Indique los alquenos obtenidos por  $\beta$ -eliminación si se tratan los halogenuros de alquilo mostrados con etóxido de sodio en etanol, indicando el alqueno principal obtenido.

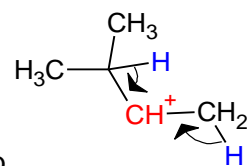


Producto principal

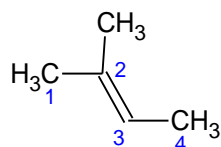
El 1-yodo-4-metilhexano



se formará un carbocatión secundario

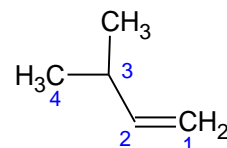


Se presentan dos posibilidades de formación del doble enlace por eliminación de hidrógenos, uno de tipo primario y otro de tipo terciario, entonces el doble enlace se formará preferentemente entre los carbonos 2-3 (el carbono tres es en más sustituido) produciendo el alqueno más estable en comparación con el doble enlace 2-1.

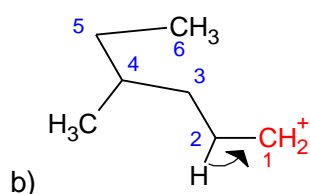


2-metil-2-buteno o

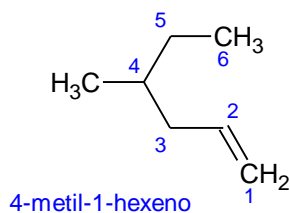
2-metilbut-2-eno



3-metil-1-buteno



Se presenta la formación de un carbocatión primario por rompimiento de enlace I-C presentando una posibilidad de formar un doble enlace ente los carbonos 1-2 mediante la salida de un hidrógeno del carbono 2



4-metil-1-hexeno

#### 4.4 Métodos de Obtención, Usos y Aplicaciones en Alimentos

El uso principal de los haluros o halogenuros de alquilo es como disolventes empleados en la industria. El cloruro de metileno  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  y el cloroformo son excelentes disolventes, el cloruro



de metileno antes se utilizaba en la extracción de la cafeína en la producción de café descafeinado, pero el disolvente dejaba trazas de residuos- cloruro de metileno- por lo cual actualmente los productores emplean dióxido de carbono líquido en la extracción. (Wade,2011)

Un proceso más seguro en la extracción emplea agua dulce en la cual se solubiliza la cafeína posteriormente es eliminada mediante un filtro de carbón, el proceso se conoce como *Swiss Water*.(CONAHCYT-CIAD, 2022)

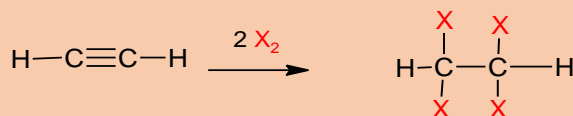
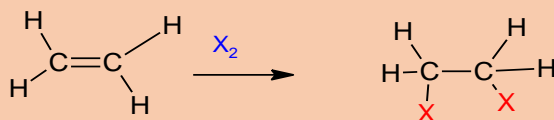
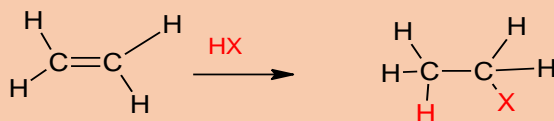
Wade en su texto de Química Orgánica indica que todos los disolventes halogenados son potencialmente tóxicos y carcinógenos, y cita a los freones-haloalcanos-(conocidos como clorofluorocarbonos, CFC) como el freón 12, fueron empleados como refrigerantes. Los CFC se extienden gradualmente en la estratósfera, donde los átomos de cloro actúan como catalizadores en la descomposición del ozono ( $O_3$ ) en oxígeno ( $O_2$ ) acelerando la destrucción de la capa de ozono. El freón 12 ha sido sustituido por el freón 22 ( $CHClF_2$ ) conocidos como HCFC los que se destruyen a menores alturas, antes de entrar a la estratósfera.

Otro grupo importante de halogenuros de alquilo se han empleado como pesticidas, pero con resultados semejantes a los CFC, ya que también presentan efectos negativos sobre la capa de ozono, actualmente se les ha sustituido por sulfuros de sulfurilo ( $SO_2F_2$ ) y fosfina ( $PH_3$ )

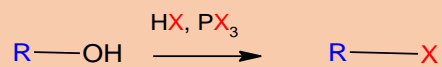
Métodos de obtención.

En la tabla siguiente, se resumen los diferentes métodos empleados en la obtención de los haluros de alquilo, algunos de ellos ya estudiados en el tema de alquenos y alquinos

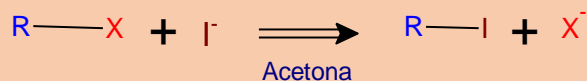
## 1) A partir de alquenos y alquinos



## 2) A partir de alcoholes



## 3) A partir de otros halogenuros



## 4) A partir de alcanos: Halogenación por radicales libres



## 4.5 Alcoholes, Éteres y Fenoles.

## 4.5.1 Clasificación, Nomenclatura y Propiedades.

¿Cómo identificamos los alcoholes? Identificamos los alcoholes por su grupo funcional- grupo hidroxilo. OH- unido a un grupo alquilo: **R--OH**

Los alcoholes se clasifican de acuerdo con el tipo de carbono al que se encuentra unido el grupo funcional, grupo hidroxilo.

Alcoholes primarios: grupo hidroxilo unido a un carbono primario: R-OH, alcoholes secundarios el grupo OH- unido a un carbono secundario, alcohol terciario el grupo OH- unido a un carbono terciario.

Clasificación de los alcoholes			
Alcoholes primarios	R-OH	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	Etanol
Alcoholes secundarios	$\begin{array}{c} \text{R}-\text{CH}-\text{R} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	2-propanol o Alcohol secpropílico
Alcoholes terciarios	$\begin{array}{c} \text{R}-\text{C}-\text{R} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	2-meti-2-propanol o Alcohol <i>ter</i> butílico

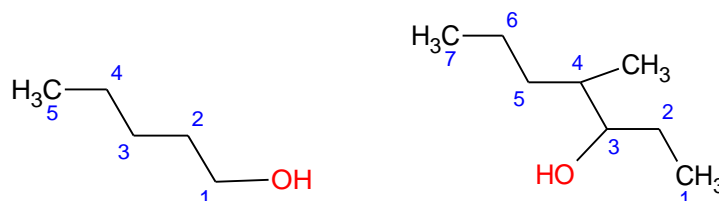
Nomenclatura: Podemos nombrar los alcoholes de acuerdo a las reglas de la IUPAC o con su nombre común, varios alcoholes son más conocidos por su nombre común que por su nombre de la IUPAC.

Alcohol	Nomenclatura común	Nomenclatura IUPAC
CH <sub>3</sub> OH	Alcohol metílico	Metanol
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	Alcohol etílico	Etanol
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	Alcohol secbutílico	2-butanol

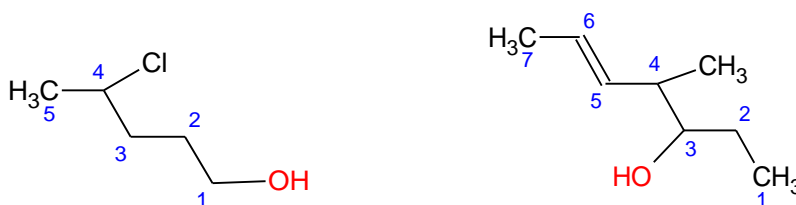
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	Alcohol <i>ter</i> butílico	2-metil-2-propanol
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OH}$	Alcohol vinílico	Eten-1-ol

Reglas de la IUPAC:

1) Elegir la cadena principal, será la más larga que contenga el grupo hidroxilo OH



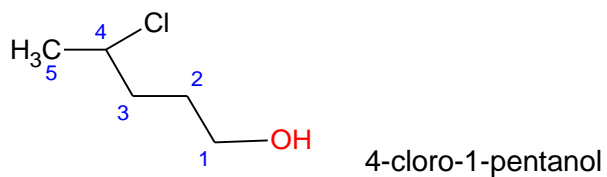
2) Se enumera la cadena principal, al grupo hidroxilo se asignará el menor número-localizador más bajo- el grupo hidroxilo tiene preferencia sobre cadenas carbonadas, halógenos, dobles y triples enlaces.



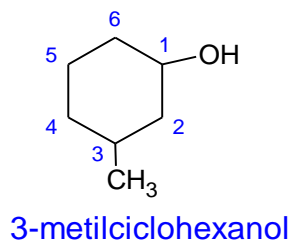
3-hidroxi-4-metil-5-hepten-3-ol

3) Cuando en la molécula hay grupos funcionales de mayor prioridad, el alcohol se toma como sustituyente y se nombra hidroxio-. Los grupos con mayor prioridad que los alcoholes son: los ácidos carboxílicos, anhídridos, ésteres, haluros de a, amidas, nitrilos, aldehídos y cetonas.

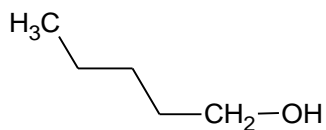
4) El nombre del alcohol se designa con la terminación **ol** al nombre de la cadena principal



5.- En los alcoholes cíclicos al grupo OH hidroxilo se le asigna la posición 1

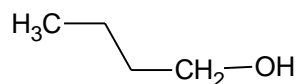


Nombres comunes: Se indica la clase de función anteponiendo la palabra “alcohol” nombrando el grupo alquilo enlazado al grupo OH con la terminación **ico**



IUPAC: Pentanol

N. Común: Alcohol pentílico



IUPAC: Butanol

N. Común: alcohol butílico

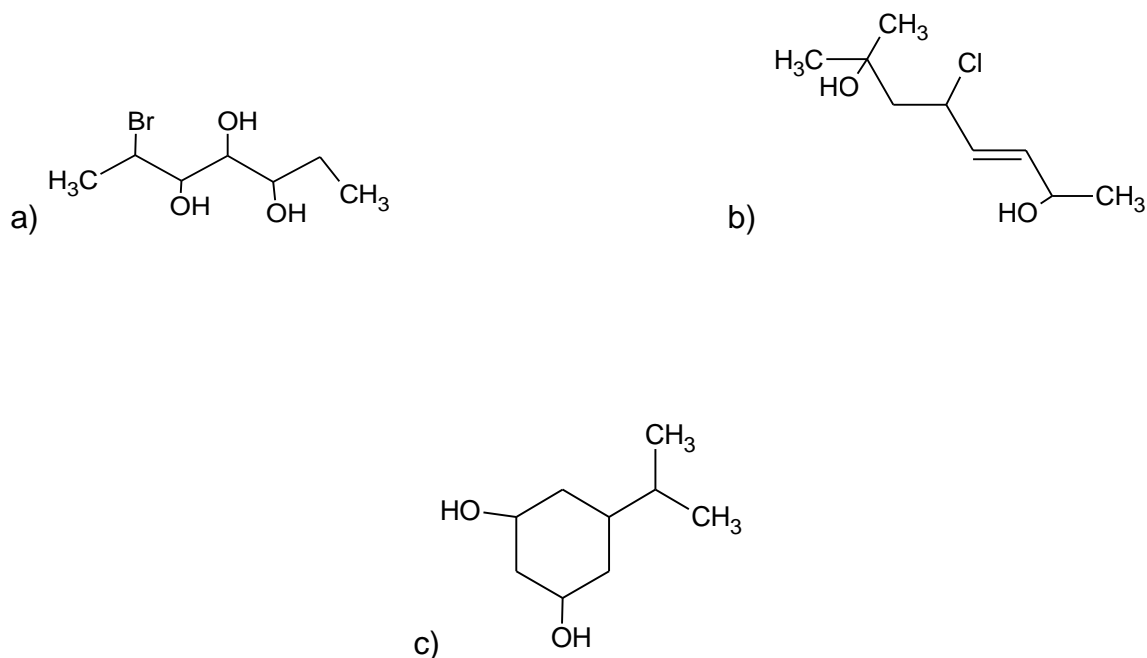
**Glicoles:** Para la nomenclatura de la IUPAC los alcoholes polihidroxilados se clasifican como dioles si poseen dos grupos hidroxilo, trioles si poseen tres grupos hidroxilo, etc.

Aquellos alcoholes que poseen dos grupos hidroxilos en carbonos vecinales-adyacentes- se conocen como **glicoles**

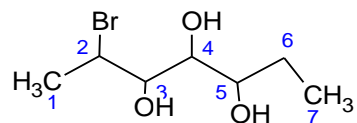
Alcohol	N. IUPAC	N. Común
$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{HO} \quad \text{OH} \end{array}$	1,2-etanodiol	Etilenglicol
$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\   \quad   \\ \text{HO} \quad \text{OH} \end{array}$	1,2-propanodiol	Propilenglicol
$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2 \\   \quad   \quad   \\ \text{HO} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	1,2,3-propanotriol	Glicerol o glicerina

Ejercicios:

1) Escriba los nombres para los alcoholes mostrados a continuación:

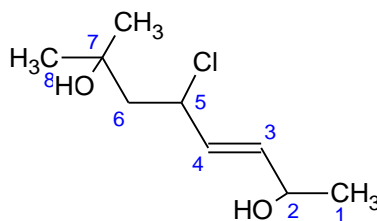


Solución: a) Enumeramos la cadena principal

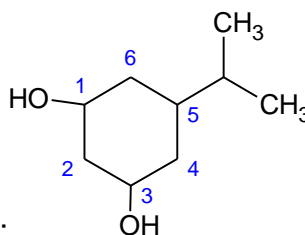


Escribimos el nombre: **2-Bromohepta-3,4,5-triol**

Solución b) Enumeramos la cadena principal:



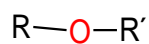
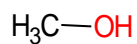
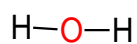
Escribimos el nombre: 5-cloro-7-metil-3-octen-2,7-diol



Solución C: Enumerar el ciclo:

Nombre: 5-isopropilciclohexan-1,3-diol

**Éteres:** Los éteres al igual que los alcoholes, están relacionados con la molécula de agua:



con estructura general:

**R-O-R'** donde R puede ser un grupo alquilo o arilo. R pueden ser iguales o diferentes.

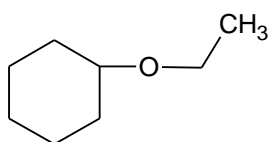
El nombre común de los éteres deriva de los grupos alquilo enlazados al oxígeno, en orden alfabético escribiendo la clase de función “éter” al final del nombre.

Nomenclatura de la IUPAC: La cadena principal será la más larga de carbonos nombrando al grupo **-OR** unido a esta cadena como un grupo alcóxido.

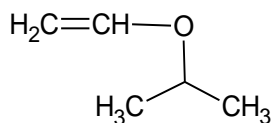
Ejemplos:

$\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$  Nomenclatura IUPAC: Metoximetano

Nomenclatura común: Dimetil éter

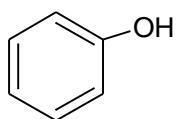


Éter feniletílico



Éter isopropilvinílico

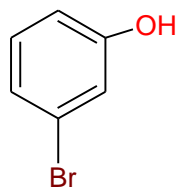
**Fenoles:** Los fenoles son alcoholes aromáticos (estudiados con anterioridad en el tema de compuestos aromáticos)



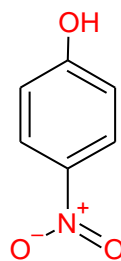
Fenol

**Nomenclatura:** Para compuestos de sustituidos emplearemos las reglas de nomenclatura relativas a compuestos aromáticos.

**Ejemplos:**



m-Bromofenol



p-nitrofenol

**Propiedades de alcoholes y éteres:** Los éteres no presentan interacciones por puentes de hidrógeno, por carecer de un grupo hidroxilo (OH) a diferencia de los alcoholes que, si lo



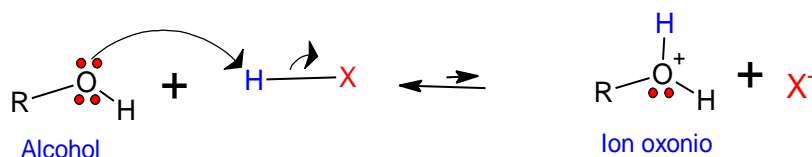
presentan, resultando así la diferencia entre los altos puntos ebullición de los alcoholes con los bajos puntos de ebullición de los éteres de semejante peso molecular. Los éteres presentan interacciones dipolo-dipolo, las cuales tienen poco efecto sobre sus puntos de ebullición. Estas características de los éteres les confiere usos como disolventes tanto de sustancia polares como de no polares.

Los alcoholes son moléculas polares, presentan interacciones dipolo-dipolo y por puentes de hidrógeno, son solubles en agua.

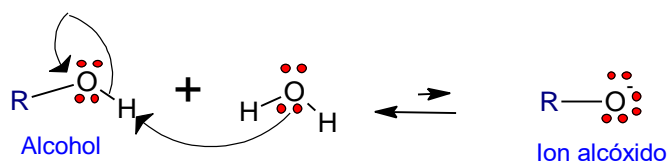
Comparación de los puntos de ebullición de éteres, alcoholes y alcanos de masas moleculares semejantes			
Compuesto	Fórmula	Masa molecular	p.eb. °C
Agua	H <sub>2</sub> O	18	100
Etanol	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	46	78
Éter dimetílico	CH <sub>3</sub> -O-CH <sub>3</sub>	46	-25
Propano	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	44	-42
n-butanol	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	74	118
Éter dietílico	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> -O-CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	74	35
pentano	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	72	36

#### 4.5.2. Acidez de Los Alcoholes y Fenoles.

Los alcoholes y fenoles son ácidos y bases débiles, ésta última característica se protonan reversiblemente, por ácidos fuertes produciendo iones oxonio



Como ácidos débiles se disocian ligeramente en soluciones acuosas diluidas, protonando la molécula de agua, generando  $\text{H}_3\text{O}^{+y}$  un ion alcóxido,  $\text{RO}^-$  o un ion fenóxido o  $\text{ArO}^-$



La acidez de un compuesto en solución acuosa está expresada por la fuerza de un ácido HA se expresa mediante una constante de acidez  $K_a$

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \quad pK_a = -\log K_a$$

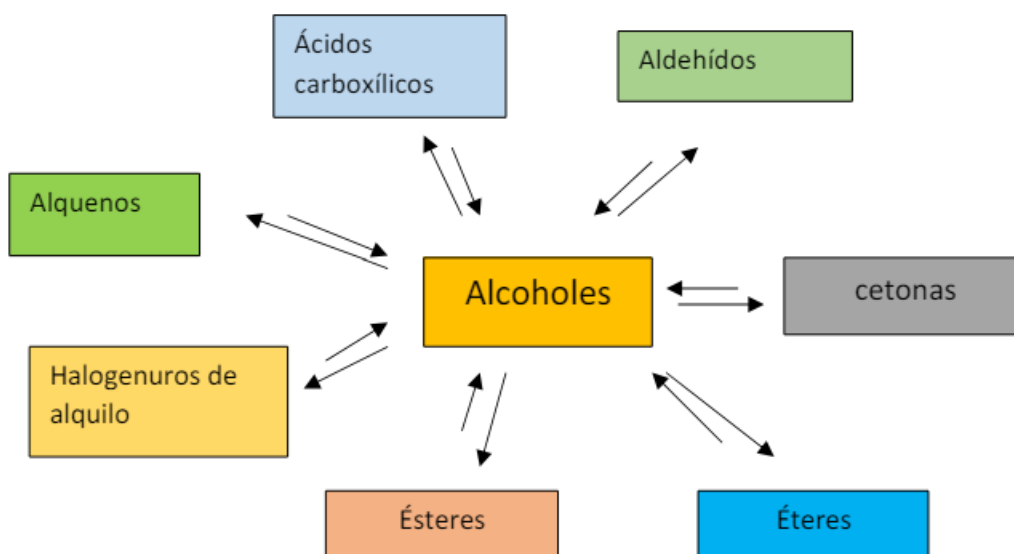
Un valor  $K_a$  pequeño y un  $pK_a$  más grande indica que los compuestos son menos ácidos, lo contrario para compuestos más ácidos que poseen un  $K_a$  más grande y un  $pK_a$  más pequeño.

Los alcoholes más sencillos como el metanol y etanol son tan ácidos como el agua. Los grupos sustituyentes tienen un efecto en el aumento de la acidez de los alcoholes.

Los fenoles y los tioles son más ácidos que el agua.

Como ejemplo presentamos la diferencia de acidez entre el ciclohexanol y el fenol, los fenoles son casi un millón de veces más ácidos que los alcoholes. Los fenoles son más ácidos que los alcoholes debido a que el anión fenóxido está estabilizado por resonancia.

Los alcoholes son de los compuestos más versátiles en las síntesis orgánicas ya que pueden obtenerse a partir de diversos reactantes-ácidos carboxílicos, aldehídos, cetonas, halogenuros de alquilo- y a partir de ellos se obtienen diversidad de compuestos como aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, halogenuros de alquilo, alquenos.



#### 4.5.3. Reacciones que Implican la Ruptura del Enlace C—OH

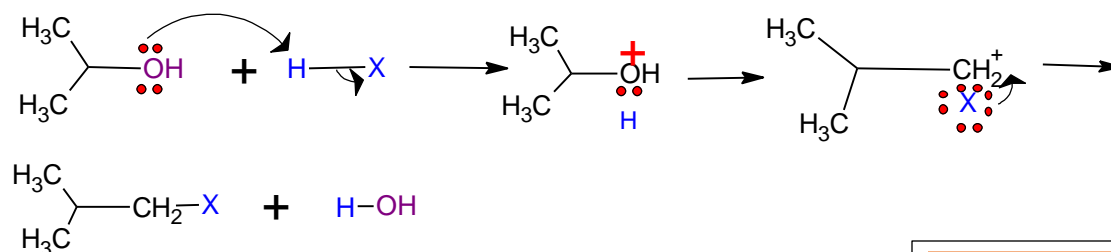
Las reacciones de los alcoholes con los halogenuros de hidrógeno por rompimiento del enlace C—OH originan Halogenuros de alquilo y las reacciones de deshidratación para producir alquenos.

El mecanismo en ambas reacciones implica la sustitución nucleofílica  $S_N1$  y  $S_N2$

1) Reacciones de los alcoholes con halogenuros de hidrógeno:

Nota: Reacción ya estudiada en las reacciones de sustitución  $S_N1$  y  $S_N2$  (ver subtema 4.2)

## Alcohol Base de Lewis



Donde HX= HCl, HBr, HI

**Mecanismo S<sub>N</sub>1:** El grupo OH se protona para formar una molécula de agua, rompiendo el enlace C-OH formando un carbocatión que será neutralizado por ion halogenuro (agente nucleófilo) en un segundo paso de la reacción.

**Mecanismo S<sub>N</sub>2:** El halogenuro entra y se enlaza al mismo tiempo en que la molécula de agua rompe enlace C-OH, la reacción se realiza en un solo paso.

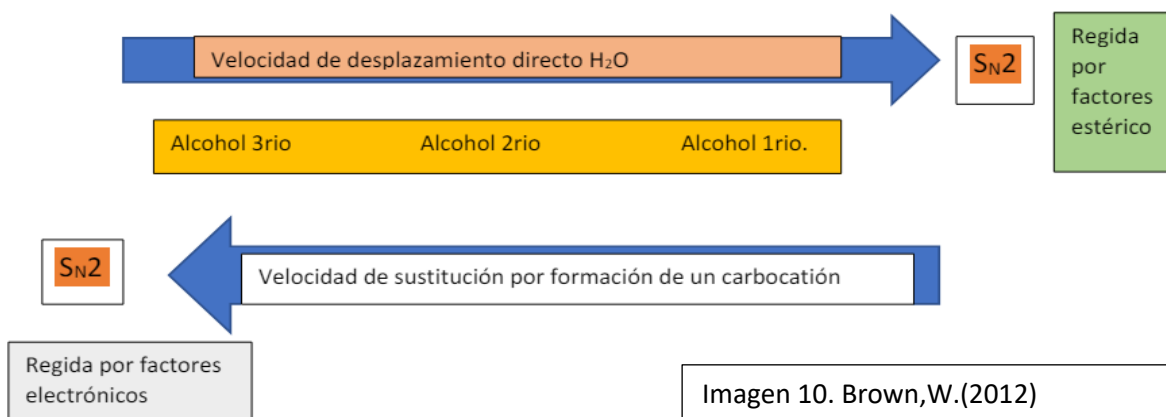


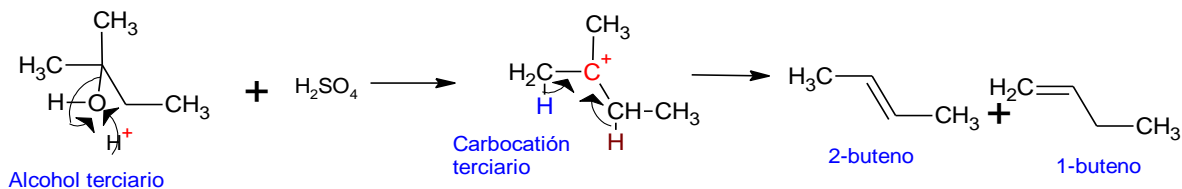
Imagen 10. Brown,W.(2012)

## 2) Deshidratación de alcoholes para formar alquenos

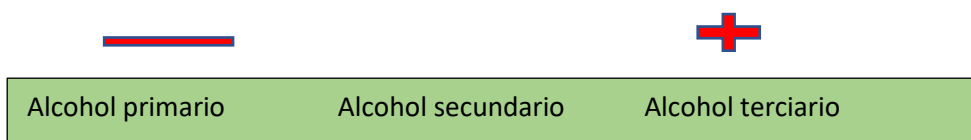
Los alcoholes se deshidratan en presencia de un ácido fuerte para generar un alqueno

Los alcoholes secundarios y terciarios reaccionan por un mecanismo S<sub>N</sub>1 por ser capaces de formar carbocationes secundarios y terciarios más estables.

SN1



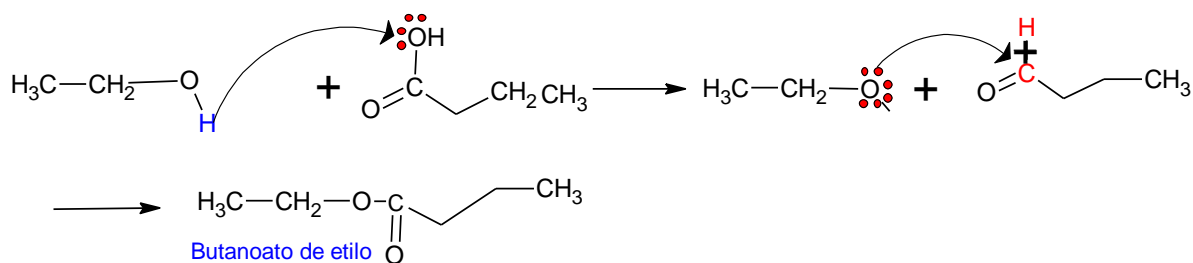
Facilidad de deshidratación de los alcoholes



#### 4.5.4 Ruptura del Enlace O—H: Formación de Alcóxidos, Éteres y Ésteres

1) **Formación de esteres** por ruptura del enlace O—H en los alcoholes.

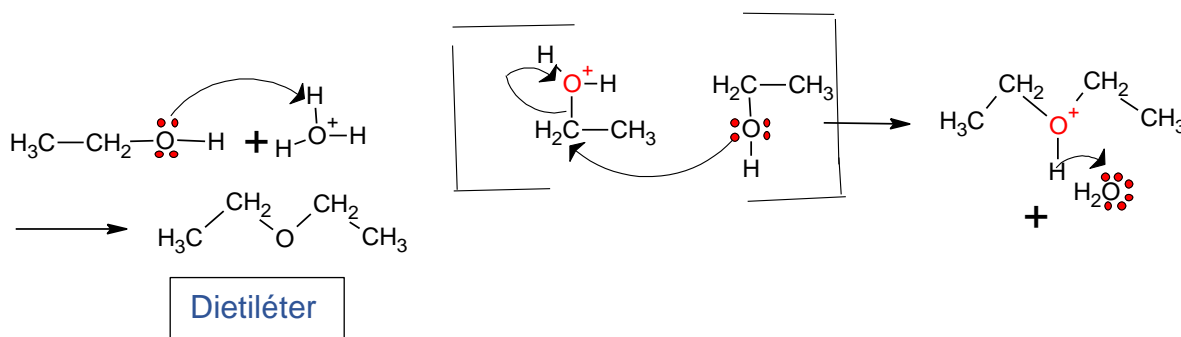
Los esteres se forman al reaccionar los alcoholes con los ácidos carboxílicos



2) **Formación de éteres.** Éteres sencillos como el éter dietílico son preparados industrialmente por la deshidratación de alcoholes, en presencia de ácido sulfúrico como catalizador. La reacción se realiza por sustitución S<sub>N</sub>2. El método se limita exclusivamente para

alcoholes primarios, ya que los alcoholes secundarios y terciarios se deshidratan por un mecanismo **E1** produciendo alquenos.

Paso 1) Se protona el grupo OH del alcohol, formando una molécula de agua y eliminándola para formar un carbocatión:

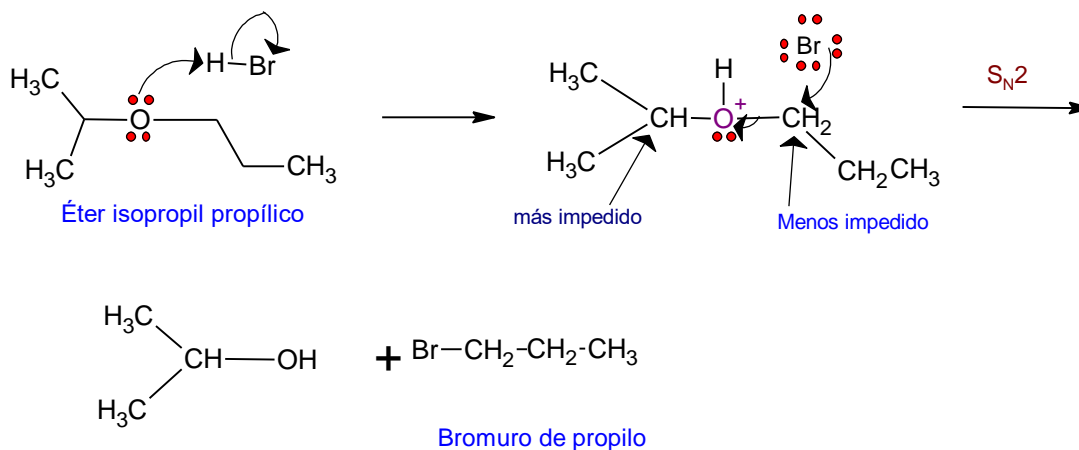


Paso 2) El carbocatión formado se estabiliza con el átomo de oxígeno de otra molécula de alcohol formando un enlace C-O-C

#### 4.5.5 Ruptura Del Enlace R-O-R

Los éteres sólo experimentan rompimiento C-O-C en presencia de ácidos fuertes como HBr y HI acuosos. El HCl no rompe enlaces en los éteres.

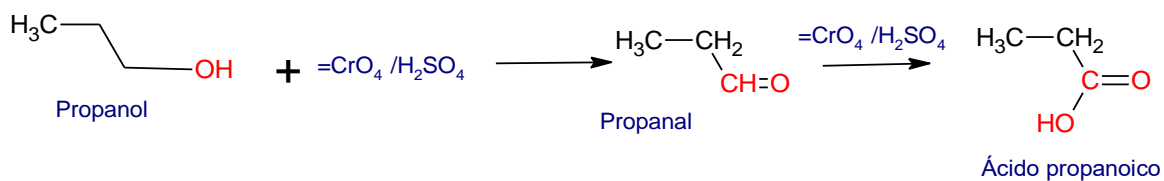
Las rupturas ácidas de los éteres son reacciones típicas de sustitución nucleofílica  $S_N1$  o  $S_N2$



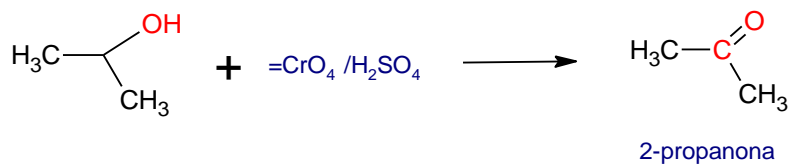
#### 4.5.6 Oxidación de Alcoholes

Los alcoholes se oxidan a compuestos carbonílicos, Los alcoholes primarios se oxidan a aldehídos, los alcoholes secundarios se oxidan a cetonas. Los alcoholes terciarios no se oxidan, ya que carecen de hidrógeno sobre el carbono unido al grupo OH.

En el laboratorio se emplea el ácido crómico ( $\text{K}_2\text{CrO}_7/\text{H}_2\text{SO}_4$ ) como agente oxidante, La mayoría de los agentes oxidantes que oxidan alcoholes primarios también oxidan aldehídos generando un ácido carboxílico.



Los alcoholes secundarios se oxidan a cetonas:



La oxidación de alcoholes con ácido crómico constituye una prueba de identificación para alcoholes, primarios y secundarios de los alcoholes terciarios.

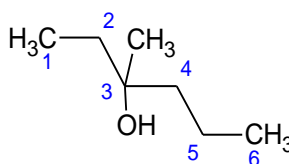
Compuesto oxidable	Color con ácido crómico + $=\text{CrO}_4/\text{H}^+$	Color desarrollado después de la reacción	Producto
Alcohol primario	Color naranja		Ácido carboxílico
Alcohol secundario	Color naranja		cetona
Alcohol terciario	Color naranja	No hay cambio de coloración	N.R

Otros oxidantes fuertes son el Permanganato de potasio  $\text{KMnO}_4$  y el ácido nítrico, ambos reactivos menos peligrosos para el medioambiente, que los compuestos de cromo.

**Ejercicios:** Escriba la estructura de los productos obtenidos mediante la reacción de cada uno de los alcoholes proporcionados con el ácido crómico:

- a) 3-metil-3-hexanol    b) 3-hexanol    c) Butanol

Solución: Escribimos las estructuras de los alcoholes para identificar el tipo de alcohol, si se trata de alcohol primario, secundario o terciario.

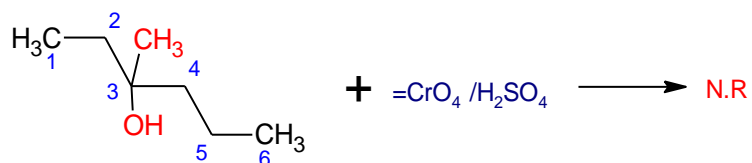
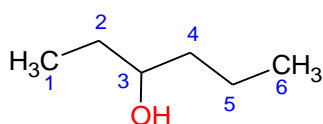


Ejercicio a) 3-metil-3-hexanol

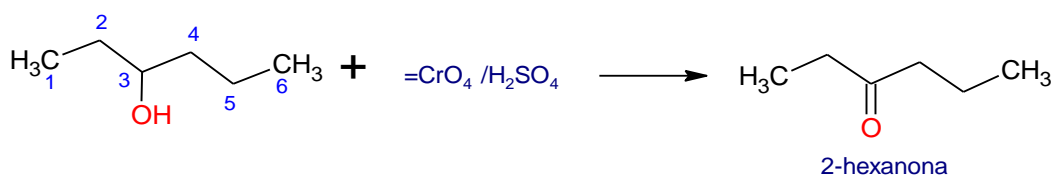
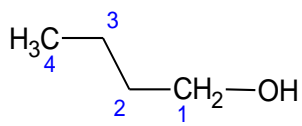
se trata de un alcohol terciario,

no se oxida.

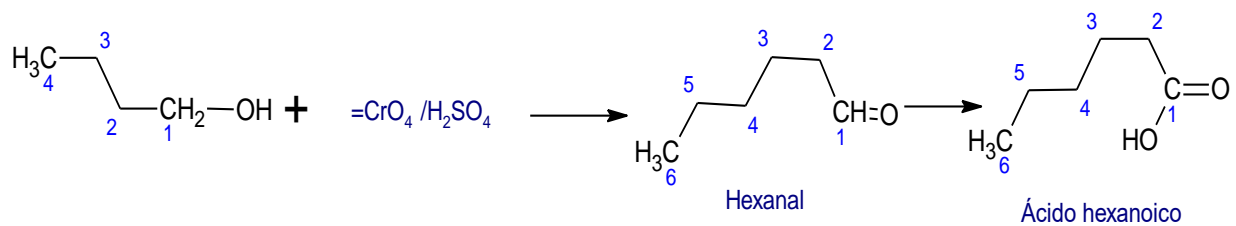


**Resultado****Ejercicio b) 3-hexanol**

el alcohol es un alcohol secundario, se oxida a cetona.

**Resultado:****Ejercicio c) 1-Butanol**

Es un alcohol primario, se oxida a aldehído y luego a un ácido carboxílico



#### 4.5.7. Métodos de Obtención y Aplicaciones en la Industria de los Alimentos

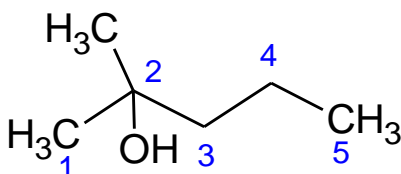
**Métodos de obtención:** Los alcoholes se obtienen por reducción a partir de compuestos con mayor grado de oxidación, como pueden ser aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, o a partir de halogenuros de alquilo.

Obtención de alcoholes		
A partir de:	Tipo de Reacción:	Producto:
<p>A partir de halogenuros de alquilo</p> $\text{R-CH}_2\text{-X}$ <p>X= Cl Br, I</p>	<p>Sustitución Nucleofílica</p> $\text{R-CH}_2\text{-OH} + \text{NaX}$	<p>Primarios</p> <p>Secundarios</p> <p>Terciarios</p>
<p>Reducción de aldehídos y cetonas:</p> <p>1) Hidrogenación catalítica</p> $\text{R-CH=O}$ <p>Nota: Reduce todos los grupos susceptibles a la reducción presentes en la molécula.</p>	$\text{R-CH=O} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Pd}} \text{R-CH}_2\text{OH}$ $\text{R}-\underset{\text{R}}{\text{C}}=\text{O} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{R}-\underset{\text{OH}}{\text{C}}-\text{R}$	<p>Alcohol primario</p> <p>Alcohol secundario</p>
<p>2) Reducción de hidruro de Litio y Aluminio.</p> <p><b>Nota:</b> No reducen los dobles enlaces etilénicos</p>	$\text{R}-\underset{\text{R}}{\text{C}}=\text{O} + \text{LiAlH}_4 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}/\text{H}^+} \text{R}-\underset{\text{OH}}{\text{C}}-\text{H}$	<p>Alcoholes primarios</p> <p>A. secundarios</p>

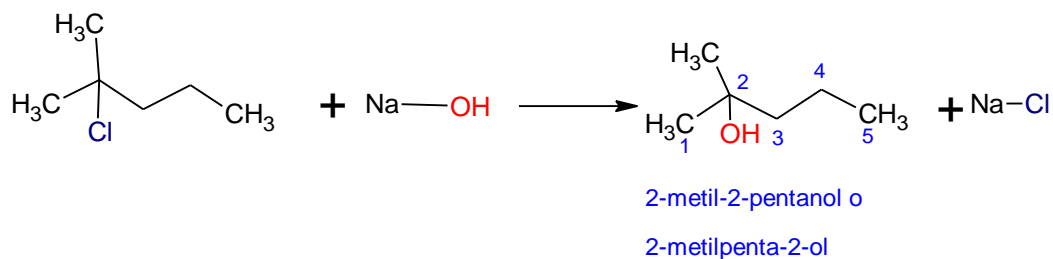
**Ejercicios:**

a) Proponga una reacción para obtener 2-metil-2-pentanol a partir de un halogenuro de alquilo.

Solución: El primer paso sería escribir la estructura del alcohol y a partir de su estructura plantear el halogenuro de alquilo como reactante.



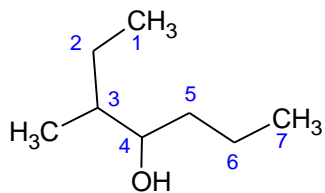
La estructura indica un alcohol secundario, el grupo OH- unido al segundo carbono, lo que indica que el halogenuro de alquilo deberá presentar el halógeno unido al segundo carbono.



Complete las reacciones siguientes

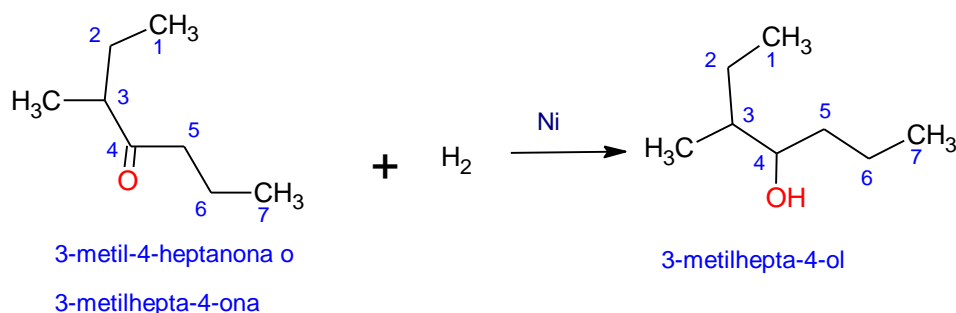
b) Proponga una reacción para obtener 3-metil-4-heptanol a partir de una cetona

Solución: El primer paso sería escribir la estructura del alcohol y a partir de su estructura plantear la cetona requerida para la síntesis.



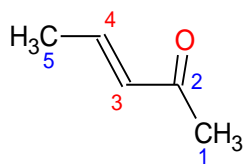
La estructura del alcohol indica que el grupo carbonilo de la cetona

deberá corresponder al cuarto carbono

**Resultado:**

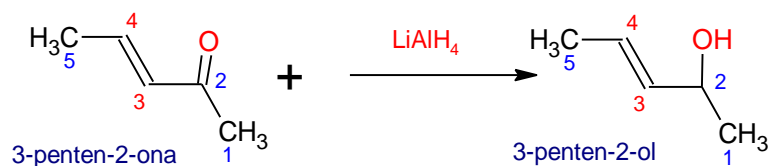
c) Obtenga el 3-penten-2-ol a partir de 3-penten-ona

Solución: dibujamos la estructura de la cetona de la cual partiremos para realizar la síntesis del alcohol requerido



La cetona empleada como reactante presenta insaturación en la posición tres y el grupo carbonilo se encuentra en posición dos, el alcohol requerido presenta una insaturación en el carbono tres y el grupo hidroxilo en el carbono 2.

La reacción que transforma el grupo carbonilo a un grupo hidroxilo sin afectar la doble ligadura será la reacción de reducción con hidruro de litio y aluminio la cual no reduce el doble enlace, sólo reduce el grupo carbonilo



Aplicaciones en la industria de los alimentos.

Debido a sus propiedades como moléculas polares y altamente solubles en agua, los alcoholes tienen múltiples usos en la industria de los alimentos, el etanol es el alcohol permitido

por la normatividad mexicana para uso en alimentos y bebidas. El etanol se emplea como disolvente para aromatizantes y colorantes, así como en la obtención de extractos (extractos de vainilla) de uso alimentario.

Los glicoles como alcoholes dihidroxilados y trihidroxilados son altamente empleados en la industria de alimentos, el propilenglicol es considerado seguro por la FDA-Administración de drogas y alimentos de los EE. UU. El propilenglicol es empleado como humectante para conservar el color y consistencia en alimentos procesados y en la industria de la confitería.

Los alcoholes son empleados en la síntesis de esterres como agentes saborizantes en alimentos. (Food Insight, 2021)

## 4.6 Compuestos Orgánicos Nitrogenados

### 4.6.1 Clasificación, Nomenclatura y Propiedades de las Aminas

Las aminas son compuestos nitrogenados se derivan del amoniaco, presentando uno o más grupos alquilo o arilos unidos al átomo de nitrógeno.



Las aminas incluyen algunos de los compuestos orgánicos más importantes como los aminoácidos y proteínas, DNA, RNA, hormonas, vitaminas y neurotransmisores (como la dopamina). Los alcaloides son un grupo importante de aminas biológicamente, siendo compuestos tóxicos, causan adicciones y pueden llevar hasta la muerte.

Las aminas están asociadas a los olores desagradables provenientes de los desechos nitrogenados por efecto de la descomposición orgánica, entre ellos:



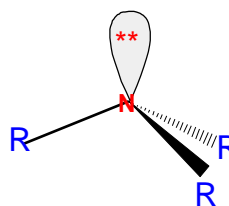
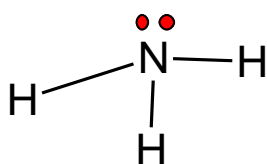
Ambas producto de la descomposición bacteriana de proteínas.

Otras aminos son causantes del olor de pescado en descomposición, olor característico del pescado cuando va perdiendo su frescura.:

$\text{CH}_3\text{NH}_2$  Metilamina  $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$  Dimetilamina  $(\text{CH}_3)_3\text{N}$  Trimetilamina (TMA). La prueba de TMA es empleada para determinar el grado de frescura en pescados

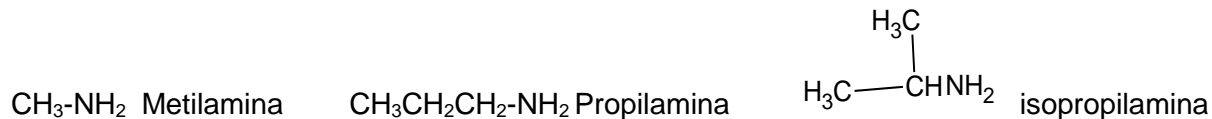
Clasificación de las Aminas $\text{R-NH}_2$		
Aminas primarias	Se reemplaza un hidrógeno del grupo amino por un grupo alquilo o arilo	$\text{CH}_3\text{-NH}_2$ Metilamina
Aminas secundarias	Se reemplazan dos hidrógenos del grupo amino por dos grupos alquilo o arilo	$\text{CH}_3\text{-NH-CH}_3$ Dimetilamina
Aminas terciarias	Se reemplazan tres hidrógenos del grupo amino por tres grupos alquilo o arilo	$\text{CH}_3\text{-N-CH}_3$   $\text{CH}_3$ Trimetilamina

El nitrógeno de las aminos posee tres átomos unidos a él y un par de electrones no enlazantes, resultando en una estructura tetraédrica con hibridación  $\text{sp}^3$  con ángulos de enlace cercanos a los  $109^\circ$  todos los enlaces son enlaces sigma  $\sigma$ .



## Nomenclatura de aminas sencillas

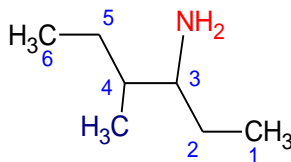
Las aminas sencillas se pueden nombrar con nombres comunes, llamadas alquilaminas, agregando el sufijo amina al nombre del alquilo.



## Nomenclatura de la IUPAC

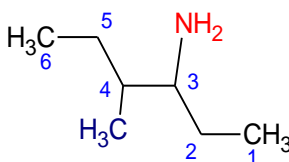
La nomenclatura IUPAC es semejante a la de los alcoholes

1) Se identifica la cadena principal, la más larga y continua que contenga el grupo amino

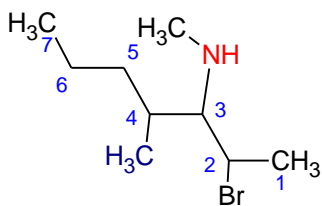


2) La terminación del alcano se cambia por amina, se indica la posición del grupo amino.

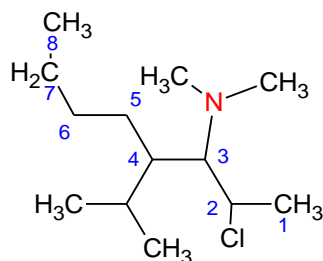
Al igual que la posición de otros sustituyentes. El prefijo N' se emplea para los sustituyentes en el nitrógeno.



Nombre: 4-metil-3-hexanamina o 4-metilhexan-3-amina



N-metil- 2-Bromo-4-metil-3-heptanamina o N-metil-2-Bromo-4-metilheptan-3-amina

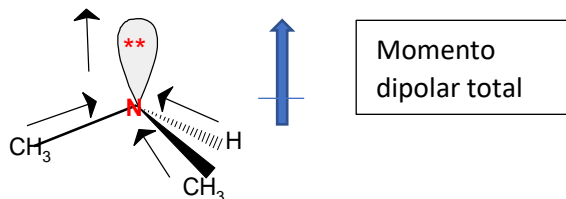


*N,N*-dimetil- 2-cloro-4-isopropil-3-octanamina o *N,N*-dimetil-2-cloro-4-isopropiloctan-3-amina

### Propiedades de las aminas

Las aminas son moléculas muy polares debido al alto momento dipolar del par de electrones libres o no enlazantes sobre el átomo de nitrógeno y la suma de los momentos dipolares de los enlaces C-N e H-N. Presentan interacciones dipolo-dipolo. Las aminas primarias y secundarias forman puentes de hidrógeno, pero no las aminas terciarias, sólo pueden formar puentes de hidrógeno con moléculas que presentan enlaces O-H o N-H .

El enlace N-H es menos polar que el enlace O-H de los alcoholes, debido a que el nitrógeno es menos electronegativo que el oxígeno.



Las aminas son solubles en alcoholes y las aminas con bajo peso molecular (hasta seis átomos de carbono) son relativamente solubles en agua.



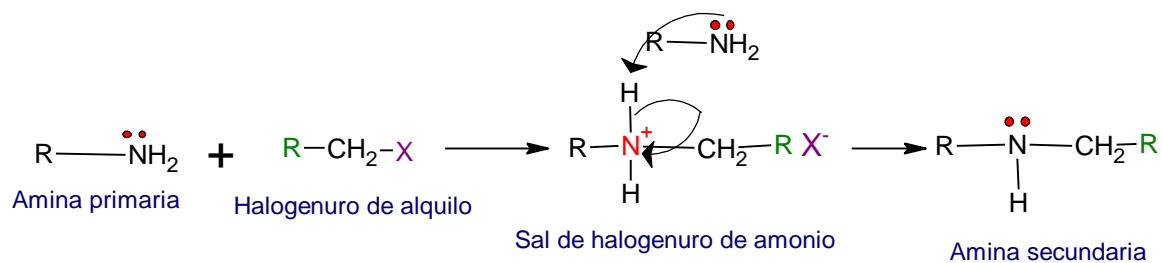
Compuesto	P. de eb. (°C)	Masa molecular	Solubilidad en agua
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> -NH <sub>2</sub>	48	59	∞
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> -OH	97	60	∞
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH dimetilamina	7	45	Muy soluble
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> -OH	78	46	∞

Las aminas se consideran bases moderadamente fuertes debido al par de electrones no enlazantes sobre el átomo de nitrógeno, se comportan como nucleófilos o bases de Lewis.

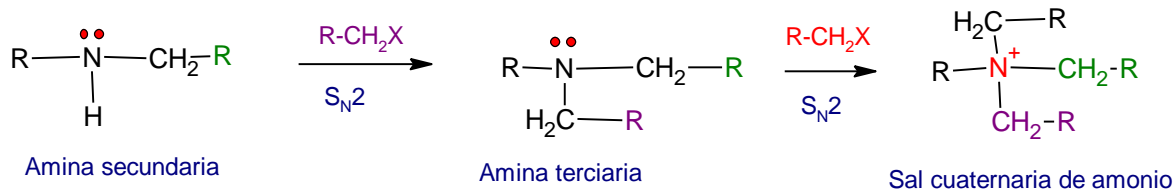
#### 4.6.2 Reacciones de Las Aminas: N-Alquilación, Formación de Amidas, Oxidación

##### Alquilación de aminas por sustitución nucleofílica:

La sustitución nucleofílica tiene lugar al tratar una amina con un halogenuro de alquilo primario:



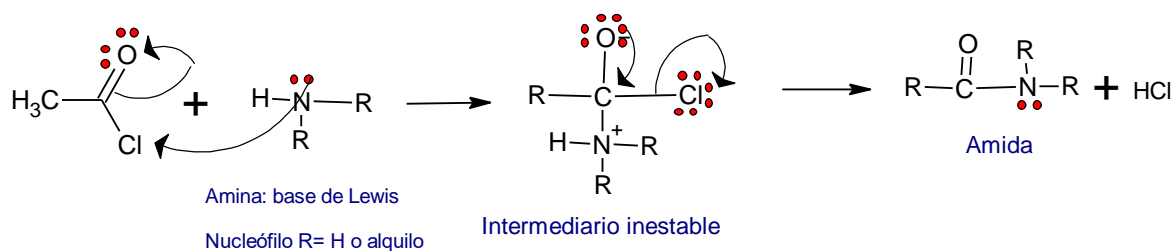
Para convertir la amina secundaria en una amina terciaria, se realiza una segunda alquilación, la alquilación continúa para amina terciaria formando una sal cuaternaria de amonio:



## Reacciones de las aminas para formar amidas

Las aminas pueden reaccionar con ácidos carboxílicos y sus derivados para formar amidas.

Ejemplificaremos la obtención de amidas a partir de cloruros de ácido:



## Oxidación de aminas

Las aminas se oxidan con facilidad, la oxidación es una reacción colateral en las síntesis de las aminas, se oxidan fácilmente en contacto con el oxígeno del aire, esta es la principal razón para transformar las aminas en sus sales, compuestos más estables para posteriores síntesis. A nivel industrial el peróxido de hidrógeno es empleado como agente oxidante.

Productos de la oxidación de las aminas:

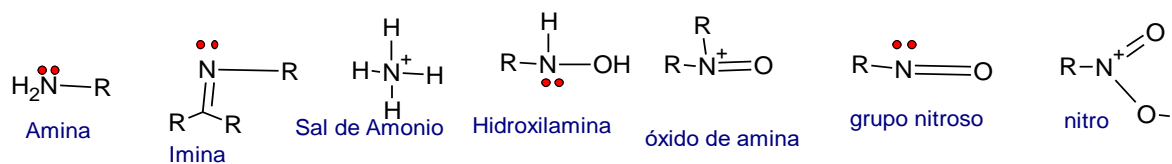


Imagen 11. (Quintero, 2023)

### **4.6.3 Usos y Aplicaciones en Alimentos**

Existe un grupo de aminas de bajo peso molecular presentes de manera natural en ciertos alimentos como vinos, alimentos vegetales, carnes rojas, quesos, cervezas estas aminas son biológicamente activas, llamadas también aminas biogénicas, lo que significa que están formadas por la acción de organismos vivos. (Nutrición, 2012).

Estas aminas son consideradas indeseables factores indeseables ya que han sido asociadas a envenenamientos por alimentos, generalmente cuando se ingieren en grandes cantidades por citar algunas como las catecolaminas y las indolaminas, incluidas las histaminas, acetilcolina. (Nutrición, 2012).

Para la industria alimentaria, son de particular interés las aminas biogénicas formadas exógenamente: las aminas heterocíclicas (HCA, por sus siglas en inglés). Estas aminas se forman en productos cárnicos de res, cerdo, aves y pescados durante los procesamientos de cocción a altas temperaturas como son el salteado, horneado y freídos. Los aminoácidos presentes en las proteínas de los cárnicos mencionados se condensan con creatinina para dar lugar a la formación de las HCA. Estos compuestos pueden ser mutágenos y carcinógenos aumentando el riesgo del desarrollo de cáncer en humanos. (Nutrición, 2012).

Resumiendo, La importancia de las aminas biogénicas en la industria alimentaria se debe a dos razones principales: 1) Los efectos tóxicos que pueden ocasionar por su ingesta en grandes cantidades, principalmente de tiramina e histamina provocando náuseas, dolor de cabeza, ardor de garganta, hipertensión, entre otros. (Nutrición, 2012).

2) En segundo lugar, se encuentran las aminas biogénicas implicadas en la formación de nitrosaminas carcinogénicas y la variación de los niveles de estas aminas constituyen el indicador de la calidad o descomposición de los alimentos.

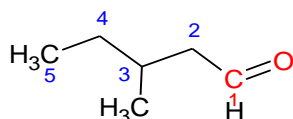
Por lo anterior descrito, la industria alimentaria ha estudiado los efectos de procesamientos en los alimentos relacionados con la formación de aminas biogénicas a fin de desarrollar métodos para limitar la formación de estos compuestos en los alimentos. (Nutrición, 2012).

## 4.7 Aldehídos y Cetonas

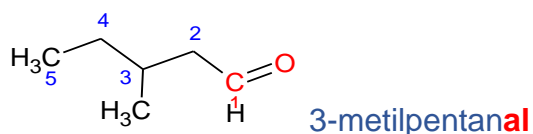
### 4.7.1 Clasificación, Nomenclatura y Propiedades

Los aldehídos y cetonas pertenecen al grupo de los llamados compuestos carbonílicos por ser el grupo carbonilo  $\text{-C=O}$  el grupo funcional de los compuestos mencionados.

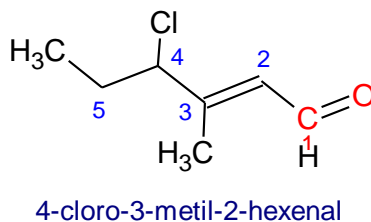
Nomenclatura Aldehídos: 1) La cadena principal será la más larga siendo el grupo carbonilo la posición número uno.



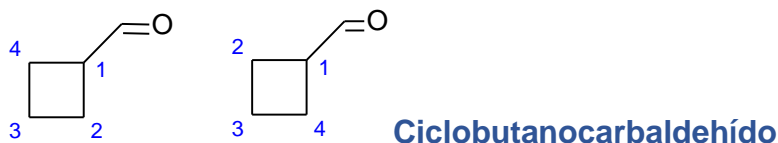
2) El aldehído se indica cambiando la  $\text{-o}$  del alcano por la terminación **al**, los sustituyentes en la cadena se indican por orden alfabético y su posición en la cadena.



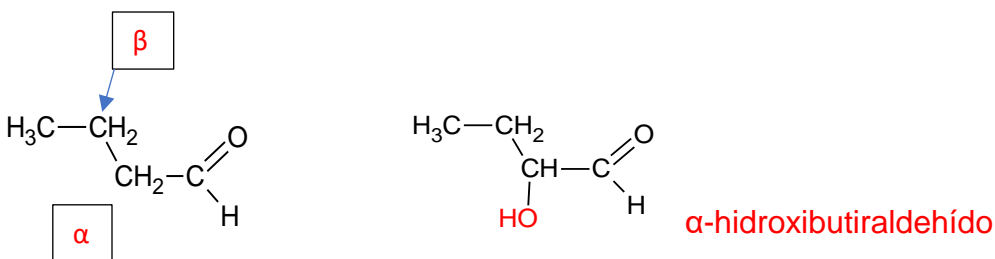
3) Aldehídos insaturados: Se indica la presencia de un doble enlace con el sufijo **-en** indicando su posición en la cadena.



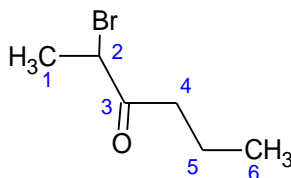
4) Aldehídos cíclicos: El grupo carbonilo se encuentra unido a una cadena cíclica o cerrada, se indica el nombre agregando el sufijo **carbaldéhído** al nombre del anillo. El átomo de carbono unido al grupo  $-C=O$  carbonilo será la posición número 1



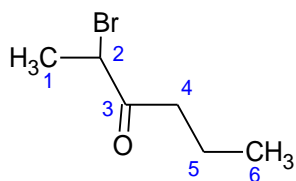
En los nombres comunes de los aldehídos, se identifica las posiciones de los carbonos unidos al grupo carbonilo como carbonos alfa  $\alpha$  (corresponde al carbono dos) carbono  $\beta$  (corresponde al carbono tres), ejemplo:



Nomenclatura cetonas: 1) La cadena principal será la más larga que contenga el grupo carbonilo  $-C=O$  asignando el menor número posible-localizador más bajo posible-

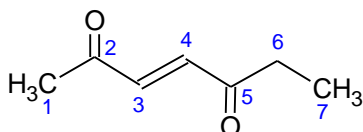


2) Las cetonas se nombran con la terminación **ona** a la raíz del alcano, la presencia de sustituyentes se indica en orden alfabético y su posición en la cadena.



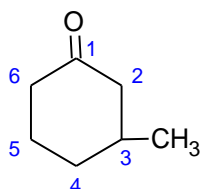
2-Bromo-3-hexanona o 2-Bromohexan-3-ona

3) Cetonas insaturadas: Se indica la presencia de un doble enlace con el sufijo **-en** indicando su posición en la cadena.



4-hepten-2,5-diona

4) Cetonas cíclicas



3-metilciclohexanona

Nomenclatura común: Los aldehídos y cetonas de bajo peso molecular, suelen nombrarse que su nombre común, así los aldehídos toman el nombre trivial o común del ácido carboxílico del que derivan, cambiando la terminación **-oico** por **aldehído**, ejemplos:

Aldehído		
Nombre común o trivial	Estructura	Nombre IUPAC
Formaldehído	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}-\text{H} \\    \\ \text{O} \end{array}$	Metanal
Acetaldehído	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \\ \text{O} \end{array}$	Etanal

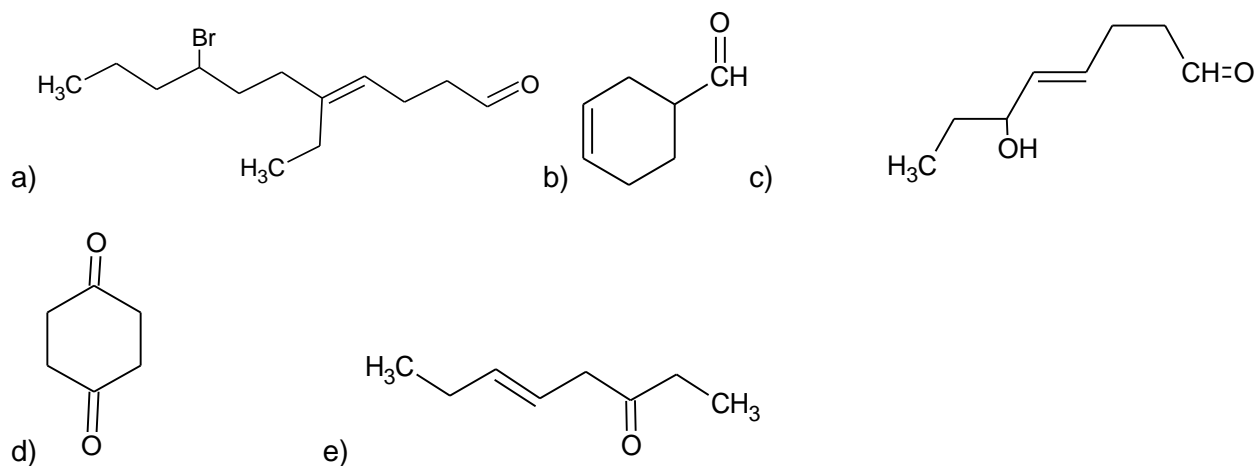
Propionaldehído	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	Propanal
Butiraldehído	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	Butanal
Valeraldehído	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	Pentanal

Nombre común de las cetonas es muy empleado para cetonas cuyos grupos alquilo o arilos unidos al grupo carbonilo, son grupos sencillos, para cetonas complejas se emplea nomenclatura IUPAC para nombrarlas.

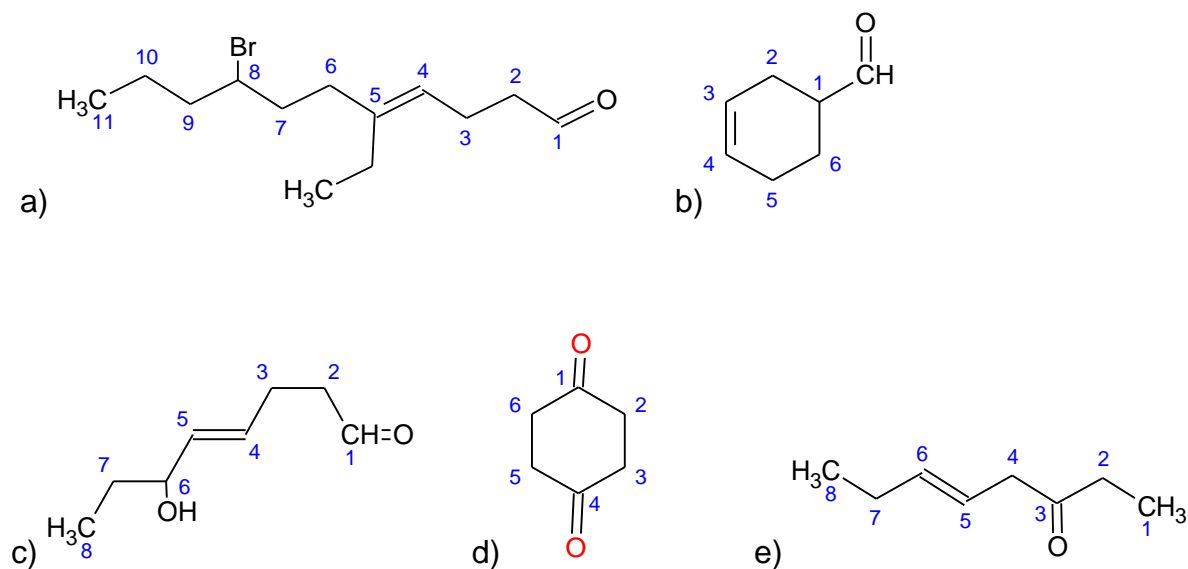
Se nombran los grupos alquilo o arilos unidos al grupo  $-\text{C}=\text{O}$ , grupo carbonilo, y a continuación la palabra cetona

Nombre común	Estructura de la cetona	Nombre IUPAC
Dimetil cetona	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	2-propanona
Etil metil cetona	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	2-butanona
Etil vinil cetona	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	1-penten-3-ona

Ejercicios: Escriba el nombre correcto para cada uno de los compuestos indicados:



Solución: Enumeramos la cadena principal



a) El grupo carbonilo se encuentra al inicio de la cadena, se trata entonces de un aldehído con una insaturación en la posición 4, dos sustituyentes en posiciones 5 y 8. La cadena principal contiene 8 carbonos.

Resultado: **Nombre del compuesto: 8-Bromo-5-etil-4-octenal**



b) El compuesto es un aldehído cíclico de seis átomos de carbono y una insaturación en la posición 3.

Resultado: 3-ciclohexencarbaldehído

c) El compuesto presenta un grupo carbonilo al inicio de la cadena, posición número uno, por lo cual se trata de un aldehído con insaturación en posición cuatro y un sustituyente, grupo OH- hidroxilo en posición 6. La cadena principal está formada por ocho átomos de carbono.

Resultado, nombre del compuesto: 6-hidroxi-4-octenal

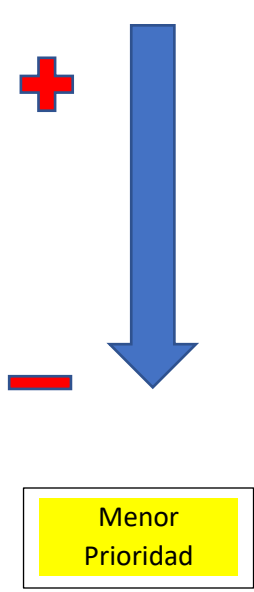

d) Solución: EL compuesto presenta una estructura cíclica de seis átomos de carbono y dos grupos carbonilos en posiciones 1,4 formando parte del ciclo, se trata de una cetona cíclica.

Resultado Nombre del compuesto: 1,4-ciclohexadiona o ciclohexa-1,4-diona

e) Solución: El compuesto presenta un grupo carbonilo dentro de la cadena de ocho carbonos, se trata entonces de una cetona en posición tres y una insaturación en el carbono cinco.

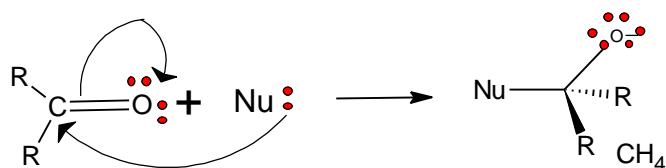
Respuesta, nombre del compuesto: 5-octen-3-ona

Cuando en un compuesto se presentan grupos funcionales como sustituyentes ¿Cuál de los grupos presentes tendrá prioridad y determinará el nombre del compuesto? Presentamos a continuación una tabla de prioridades de los diferentes grupos funcionales relevantes en los compuestos orgánicos.

Prioridad de grupos funcionales, de mayor a menor prioridad			
Grupo funcional	Sufijo empleado si es el grupo de mayor prioridad	Prefijo empleado si el grupo es de menor prioridad	
-COOH	Ácido- <b>oico</b>	-----	
-COH	<b>-al</b>	-----	
	<b>-ona</b>	<b>oxo</b>	
-OH	<b>-ol</b>	<b>hidroxi</b>	
-NH <sub>2</sub>	<b>-amina</b>	<b>amino</b>	
-SH	<b>-tiol</b>	<b>mercapto</b>	

#### 4.7.2. Reacciones de Adición Nucleofílica

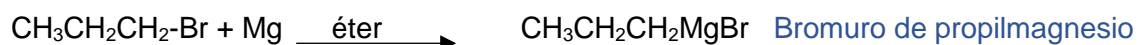
Las reacciones de adición a un grupo carbonilo tiene lugar mediante la adición nucleofílica, una de las reacciones más importantes de adición nucleofílica que presenta el grupo carbonilo, es la adición de reactivos de Grignard.



Carbonilo intermediario de la adición

### 4.7.3. Adición de Reactivos de Grignard

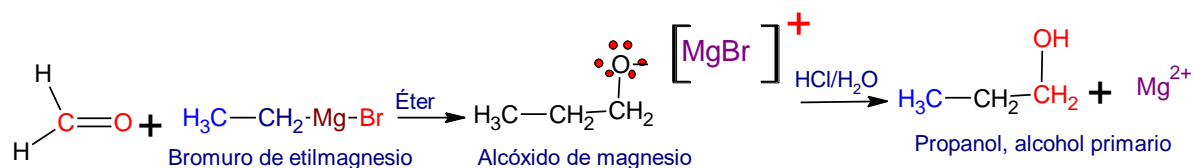
Los halogenuros de alquilo y acilo reaccionan con los metales del grupo I, grupo II principalmente, originando los llamados compuestos organometálicos, cuando se trata de magnesio el compuesto organometálico se conoce como reactivo de Grignard (por su descubridor Víctor Grignard)



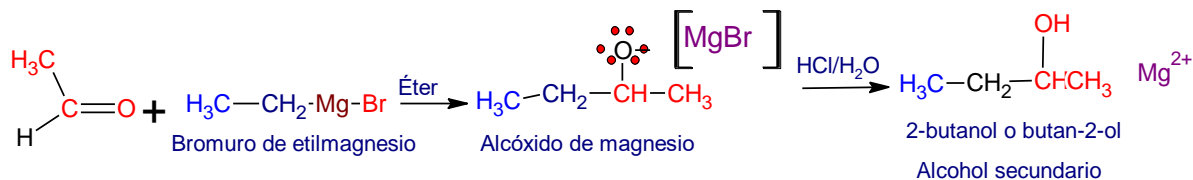
Importancia de los reactivos de Grignard: Representan un excelente método para la formación de nuevos enlaces C-C. Son empleados mayormente en las síntesis orgánicas partiendo de aldehídos o cetonas, fácilmente asequibles para obtener alcoholes.

#### Adición de reactivos de Grignard

A partir de:	Producto	El alcohol contiene un carbono más que el grupo alquilo del reactivo de Grignard
1) <b>Formaldehído</b>	<b>Alcohol primario</b>	



A partir de:	Producto:
2) <b>Aldehído</b>	<b>Alcohol secundario</b>

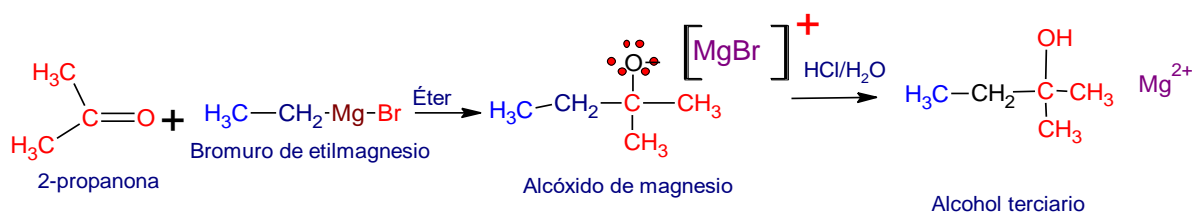


A partir de:

3) Una cetona

Producto:

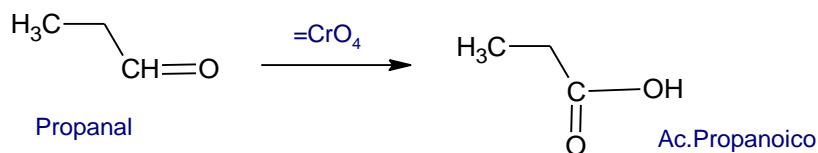
Alcohol terciario



#### 4.7.4 Oxidación y Reducción

##### Oxidación de aldehídos a ácidos carboxílicos

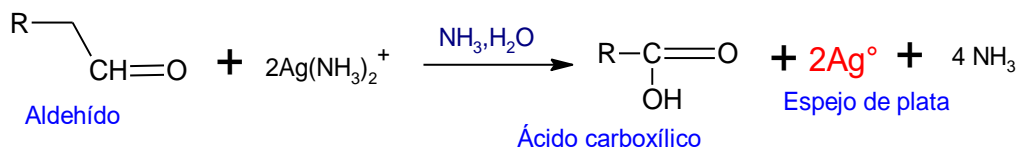
En presencia de agentes oxidantes como el ácido crómico y el oxígeno molecular, los aldehídos representan uno de los grupos funcionales que se oxidan con mayor facilidad.



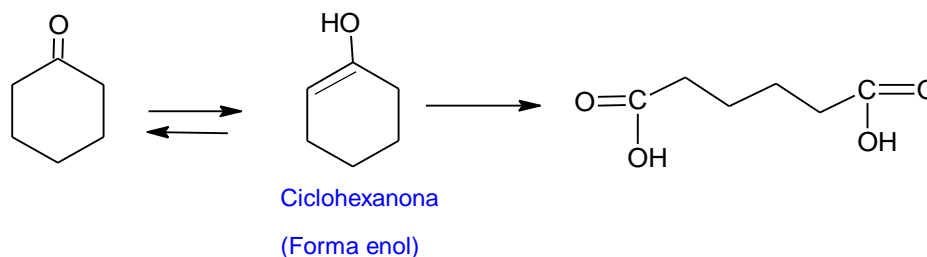
La presencia del ion plata oxida a los aldehídos, pero no a las cetonas, esta propiedad es el fundamento de la reacción de identificación entre aldehídos y cetonas realizada en laboratorio.

La prueba de identificación se conoce como prueba de Tollens, ya que se emplea como reactivo una solución de nitrato de plata amoniacal llamada reactivo de Tollens, el ion plata,  $\text{Ag}^{+1}$

se reduce en presencia de un aldehído a plata libre, formando un “espejo de plata” siendo una prueba positiva para los aldehídos, pero negativa para las cetonas, al no oxidarse.



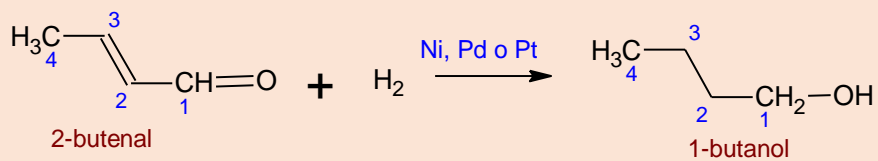
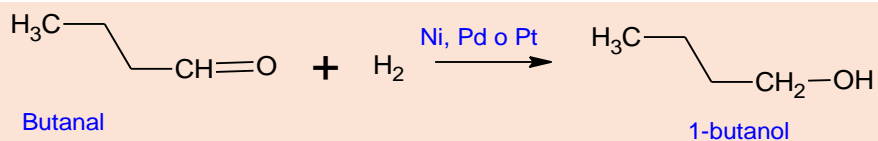
Oxidación de cetonas. Las cetonas son muy resistentes a la oxidación con oxidantes como el ácido crómico o permanganato de potasio, en presencia de estos agentes oxidantes con altas temperaturas y concentraciones altas de ácido y base, las cetonas forman enoles, los cuales experimentan rompimiento del doble enlace para formar dos grupos carboxilos.



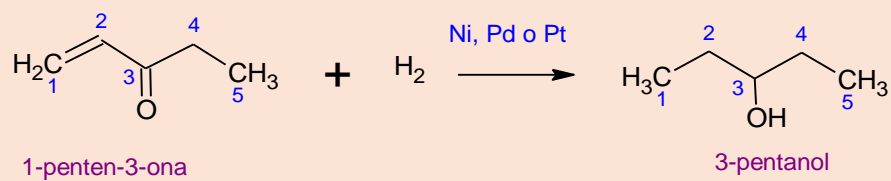
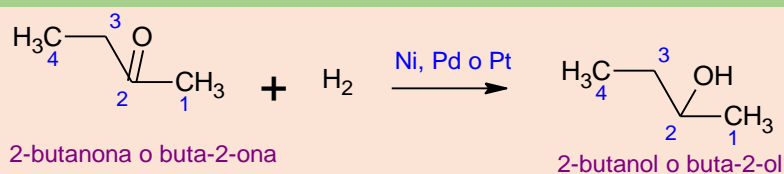
### Reducción Catalítica

Los aldehídos y cetonas se pueden reducir a alcoholes primarios y alcoholes secundarios respectivamente, la reducción se realiza con hidrógeno y un catalizador como Ni, Pd o P

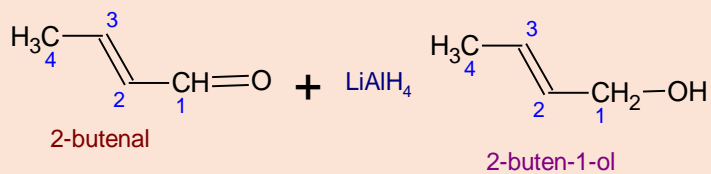
Grupo Carbonilo	Agente reductor	Producto
Aldehído	H <sub>2</sub> / Pd, Pt o Ni	Alcohol primario

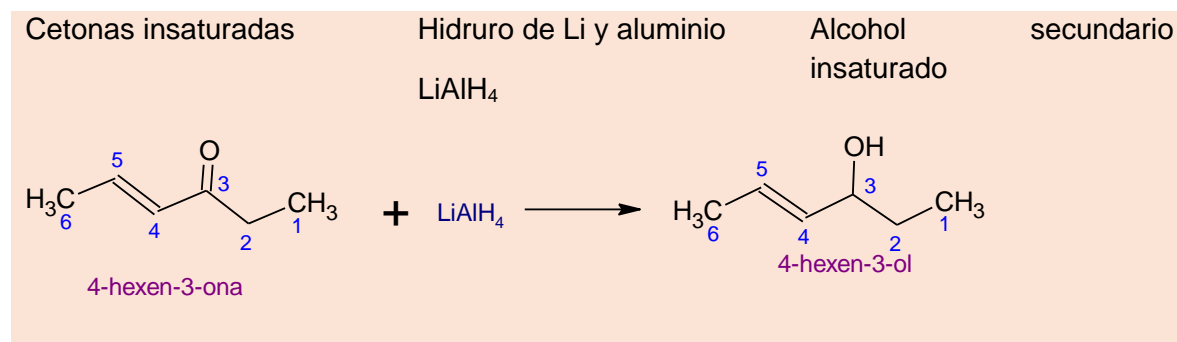


Cetona  $\text{H}_2 / \text{Pd, Pt o Ni}$  Alcohol secundario



Aldehidos insaturados Hidruro de Li y aluminio Alcohol principal insaturado  
 $\text{LiAlH}_4$



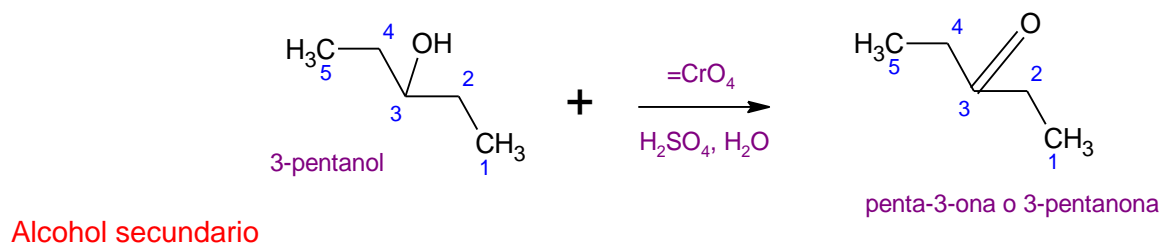
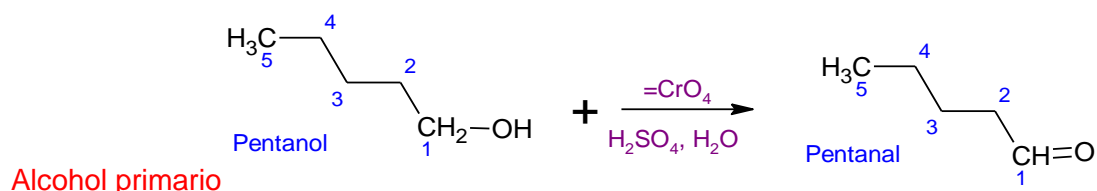


La **reducción catalítica o hidrogenación catalítica** reducirá cualquier grupo o doble enlace susceptibles a las reducciones (grupos  **$-\text{NO}_2$**  a  **$-\text{NH}_2$** , **dobles enlaces** a enlaces sencillos)

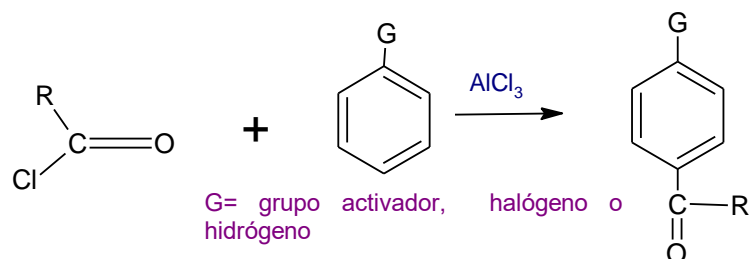
La **reducción con hidruro de Litio y Aluminio** representa una reducción más suave, **no reduce los grupos  $-\text{NO}_2$ -nitroso- ni los dobles enlaces.**

#### 4.7.5 Preparación de Aldehídos y Cetonas

Los aldehídos se pueden preparar a partir de la oxidación de alcoholes primarios y las cetonas a través de la oxidación de alcoholes secundarios.



### Acilación de Friedel- Crafts para obtener Arilcetonas



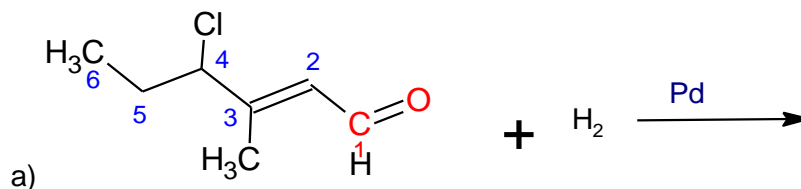
#### 4.7.6 Aplicaciones Industriales

Los aldehídos y cetonas son empleados principalmente como solventes, y en la obtención de resinas sintéticas, tinturas, perfumes, antisépticos, desodorantes, fungicidas y en la obtención de ciertos explosivos como la ciclonita y la llamada pólvora sin humo.

El formaldehído es el aldehído más comercializado, empleado en la obtención de explosivos y resinas fenólicas. (Canceres Murillo, 2014).

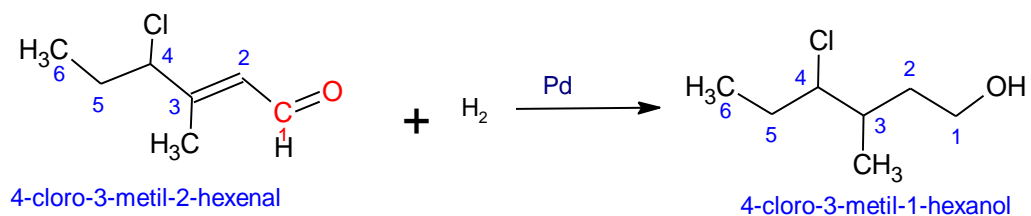
Ejercicios:

1.- Complete las reacciones siguientes:

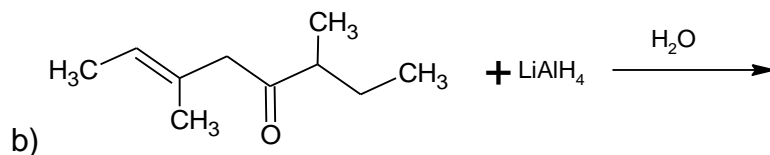


Solución: La reacción indica una hidrogenación catalítica (o reducción catalítica) para un aldehído insaturado, se trata de una reducción fuerte en la cual la doble ligadura se rompe formando un enlace sencillo y el aldehído se reduce a un alcohol primario.

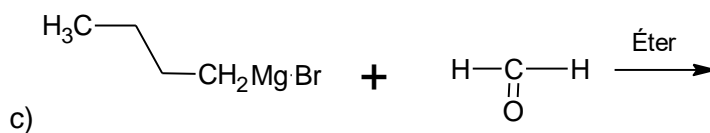
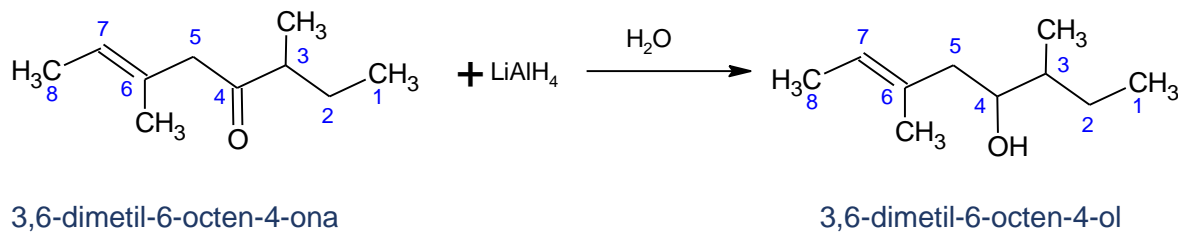




Resultado:

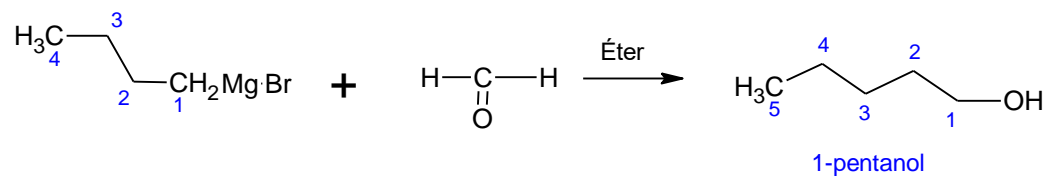


Solución: La reacción muestra una cetona insaturada que presentará una reducción con hidruro de litio y aluminio, un agente reductor selectivo, que no reduce los dobles enlaces, por lo tanto, el producto formado será un alcohol secundario insaturado.

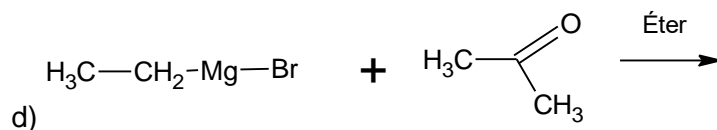


Solución: La reacción implica la adición de un reactivo de Grignard al formaldehído, se espera que el producto generado será un alcohol primario con cinco átomos de carbono.

Resultado:

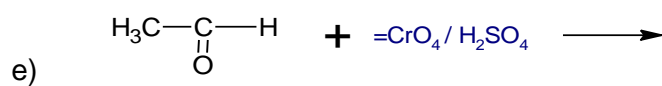
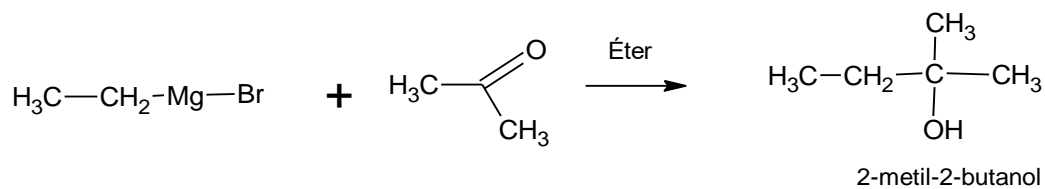


d)



d)

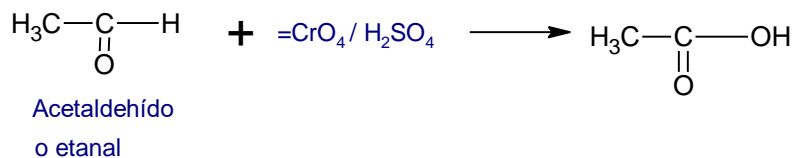
Solución: La reacción se realiza entre una cetona y un reactivo de Grignard generando como producto un alcohol secundario:



e)

Solución: La reacción indica una oxidación de un aldehído, el producto esperado será un ácido carboxílico.

Resultado:

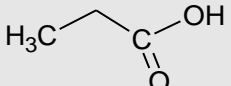
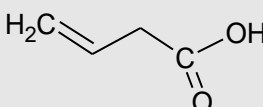
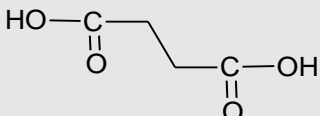
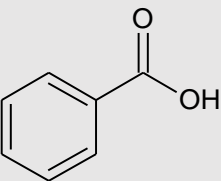
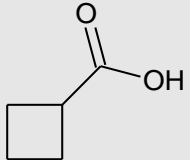


## 4.8 Ácidos Carboxílicos y Derivados

### 4.8.1 Clasificación, Nomenclatura y Propiedades

Los ácidos carboxílicos se identifican por el grupo funcional carboxilo -COOH muchos compuestos orgánicos son derivados de ellos, los halogenuros de acilo, anhídridos, amidas y esterres forman este importante grupo de derivados.

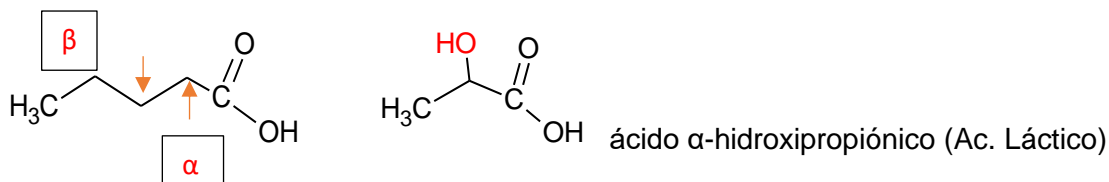
Las estructuras de los ácidos carboxílicos pueden presentarse:

Clasificación ácido carboxílico	Estructura	Nomenclatura IUPAC.	Nombre común
Ácidos carboxílicos saturados		Propanoico	Ácido Propiónico
Ácidos carboxílicos insaturados		Ácido 3-butenoico	_____
Ácidos dicarboxílicos		Ác. Butanodioico	Ácido succínico
Ácidos carboxílicos Aromáticos		Ácido benzoico	_____
Ácidos carboxílicos con estructura cíclica		Ácido ciclobutanocarboxílico	_____

Nomenclatura común de los ácidos carboxílicos:

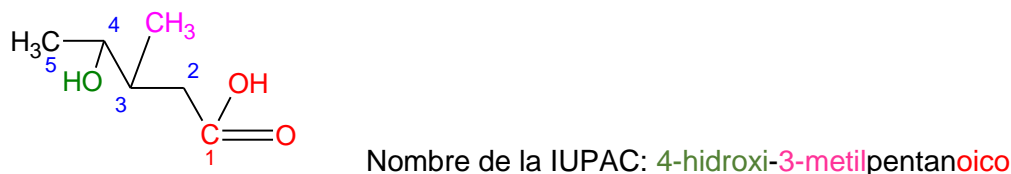
Varios de los ácidos carboxílicos se conocen por sus nombres comunes, el cual hace referencia a su origen, ejemplo: ácido fórmico, ácido acético, ácido butírico, etc.

Las posiciones de los carbonos unidos al grupo carboxilo se indican con letras del alfabeto griego, así al carbono dos se le identifica como carbono alfa  $\alpha$ , al carbono tres como carbono  $\beta$



Nomenclatura IUPAC para ácidos carboxílicos:

- 1) Se identifica la cadena principal la cual será la más larga que contenga el grupo carboxilo
- 2) Se enumera la cadena iniciando con el grupo carboxilo al que daremos la posición número uno.
- 3) Se nombran los sustituyentes en orden alfabético y el ácido se nombra sustituyendo la **--o** del alcano por el sufijo **oico**.



En la tabla siguiente se indican los nombres comunes para los ácidos carboxílicos y su nombre IUPAC correspondiente, así como su estructura.

Estructura	Nombre común	significado	Nombre IUPAC
$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\ \text{O} \end{array}$	Ácido fórmico	L. <i>formica</i> , <i>hormiga</i>	Ácido metanoico
CH <sub>3</sub> COOH	Ácido acético	L. <i>acetum</i> , <i>vinagre</i>	Ácido etanoico
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	Ácido propiónico	Gr. <i>Proto, primero-pion</i> , <i>grasa</i>	Ácido propanoico
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH	Ácido Butírico	L. <i>butirum</i> , <i>mantequilla</i>	Ácido Butanoico
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	Ácido valérico	De la raíz de <i>valeriana</i>	Ácido pentanoico
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH	Ácido cáprico	L. <i>caper</i> , <i>cabra</i>	Ácido decanoico
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH	Ácido láurico	L. <i>Laurus</i> , <i>laurel</i>	Ac. dodecanoico
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH	Ácido mirístico	Gr. <i>myristikos</i> , <i>fragantes</i>	Ac. tetradecanoico
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	Ácido palmítico	L. <i>pakma</i> , <i>palmera</i>	Ac. hexadecanoico
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	Ácido esteárico	Gr. <i>Stear</i> , <i>grasa sólida</i>	Ác. octadecanoico
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> COOH	Ácido araquírico	Gr. <i>arachis</i> , <i>cacahuete</i>	Ác. eicosanoico

Los ácidos carboxílicos de doce a dieciocho átomos de carbono se conocen como ácidos grasos, ya que se esterifican con el glicerol para formar importantes lípidos.

Propiedades físicas de los ácidos carboxílicos

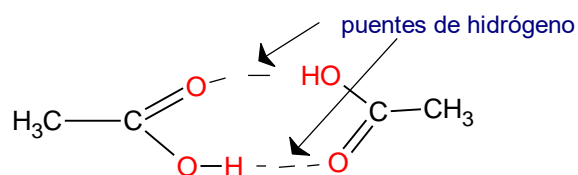
Los ácidos carboxílicos son moléculas polares, unidas mediante puentes de hidrógeno, con lo cual los puntos de ebullición resultan ser más altos que otros compuestos orgánicos de similar masa molecular como los alcoholes, aldehídos o cetonas.

Son solubles en agua con la que forman puentes de hidrógeno, también presentan interacciones dipolo-dipolo.

El grupo carboxilo es hidrofílico pero una cadena hidrocarbonada hidrofóbica que disminuye la solubilidad en agua de la molécula. A medida que aumenta la cadena hidrocarbonada del ácido carboxílico, su solubilidad en agua va disminuyendo.

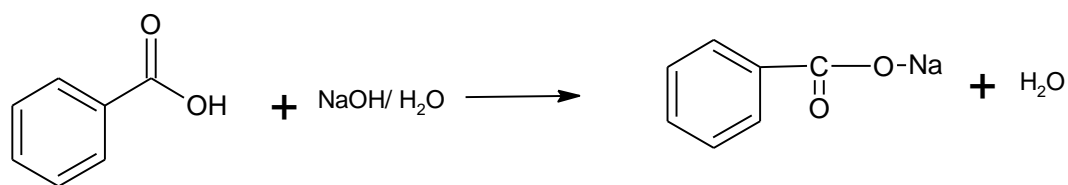
Los ácidos carboxílicos son ácidos débiles, los valores de  $K_a$  para la mayoría de los ácidos carboxílicos aromáticos y alifáticos no sustituidos se encuentran en un rango  $10^{-4}$  a  $10^{-5}$ .

Un ejemplo es el ácido acético con un valor de  $K_a = 1.74 \times 10^{-5}$  y un  $pK_a$  es 4.76



#### 4.8.2 Reacciones de la Cadena Lateral

Reacciones con bases. Todos los ácidos carboxílicos reaccionan con hidróxidos alcalinos como NaOH y KOH para formar sales solubles en agua. Los ácidos carboxílicos también forman sales solubles con amoníaco y aminas.



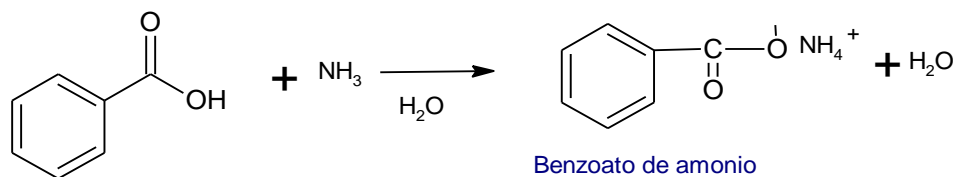
Ácido Benzoico

(poco soluble en agua)

Benzoato de sodio

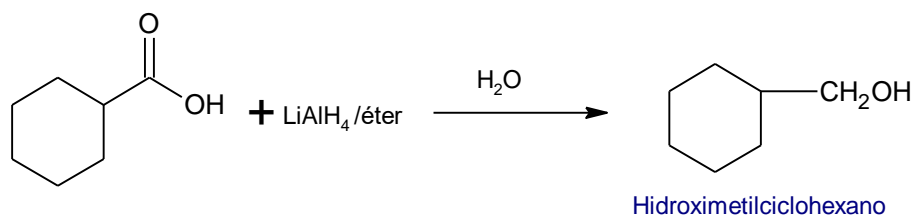
(60 g/100 ml de agua)

El benzoato de sodio es ampliamente usado en la industria alimentaria, es un aditivo empleado como conservador por su efecto inhibidor o retardante del crecimiento de hongos, levaduras y bacterias.



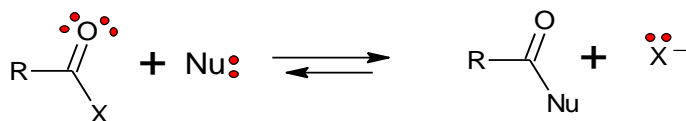
#### Reducción del grupo carboxilo

Los ácidos carboxílicos se reducen a alcoholes primarios en la presencia de un agente reductor como el hidruro de Litio y aluminio  $\text{LiAlH}_4$



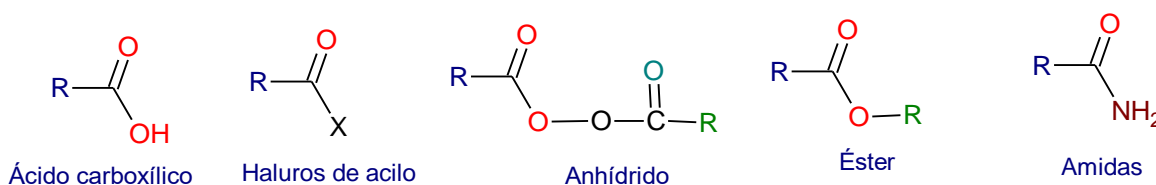
#### 4.8.3 Sustitución Nucleofílica de Acilo

A diferencia de los aldehídos y las cetonas que poseen un grupo carbonilo y sufren reacciones de **adición nucleofílica**, los ácidos carboxílicos con un grupo carboxilo presentan **reacciones de sustitución nucleofílica** sobre el grupo acilo, donde un nucleófilo reemplaza a otro unido al grupo acilo:

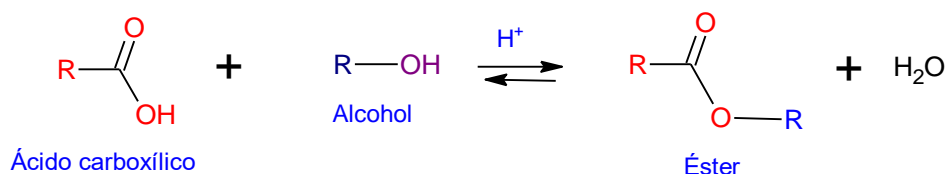


#### 4.8.4. Transformaciones en Derivados de Ácido: Ésteres, Cloruros de Ácido, Anhídridos y Amidas.

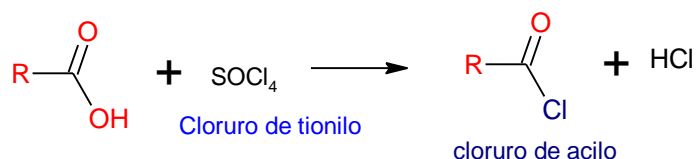
Los derivados de los ácidos carboxílicos sustituyen el grupo -OH del carboxilo por -Cl en el caso de halogenuros de acilo, o -NH<sub>2</sub> para las amidas, -OR' para ésteres. La sustitución nucleofílica sobre el grupo acilo son las reacciones típicas para interconversión entre los diferentes derivados de los ácidos carboxílicos.



**Reacción de esterificación de Fischer:** La reacción es una reacción de condensación de los ácidos carboxílicos con los alcoholes:



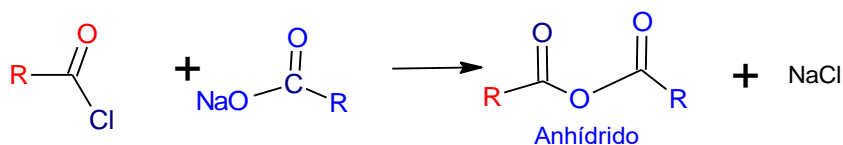
#### Conversión a halogenuros de ácido



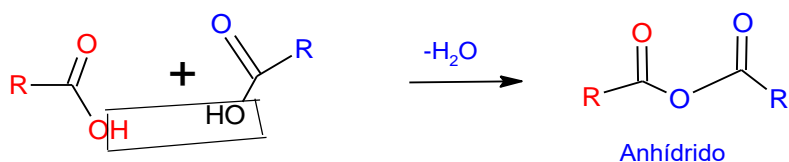


## Conversión a anhídridos

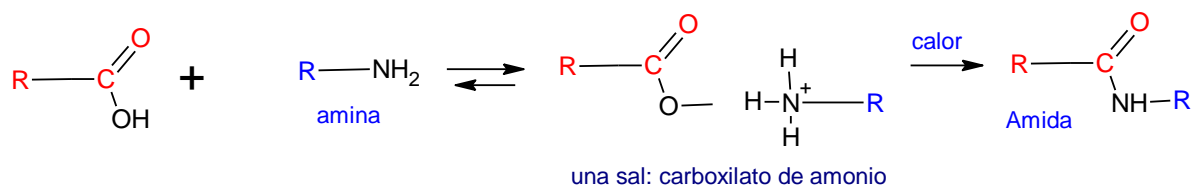
a) A partir de halogenuros de alquilo



b) Por condensación de ácidos carboxílicos (reacción de deshidratación)



## Conversión a amidas

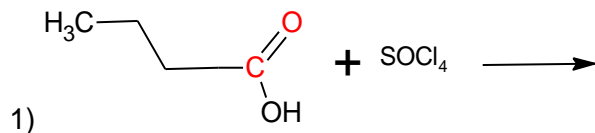


### 4.8.5. Aplicaciones Industriales

Varios de los derivados de los ácidos carboxílicos como los halogenuros de acilo son empleados en las síntesis de herbicidas. El ácido benzoico y sus sales sódicas son muy empleadas en la industria alimentaria, empleadas como conservantes en la elaboración de salsas a base de vinagre y aliños para ensaladas, mermeladas y encurtidos entre otros.

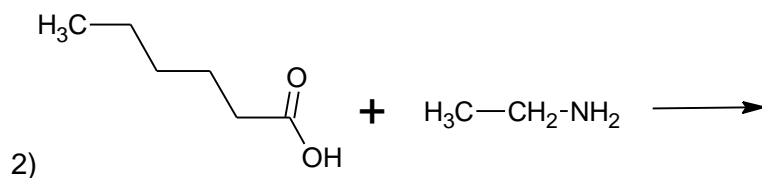
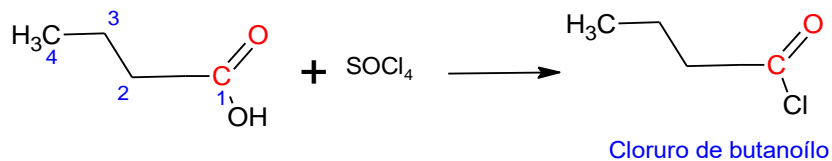
Mención especial son el uso de los ésteres, muchos de los ésteres sintetizados a partir de ácidos carboxílicos son empleados como agentes saborizantes, considerados como el grupo más amplio de aditivos alimentarios, son empleados en la fabricación de helados, refrescos, gelatinas y confitería, repostería, etc. entre ellos están el acetato de octilo que imparte sabor a naranja, butanoato de etilo con sabor a piña, 2-aminobenzoato de etilo sabor a uva.

**Ejercicios:** Complete las reacciones siguientes:

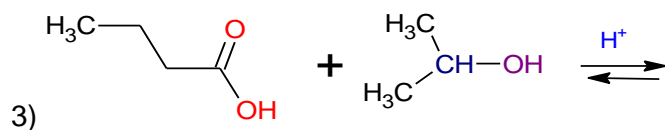
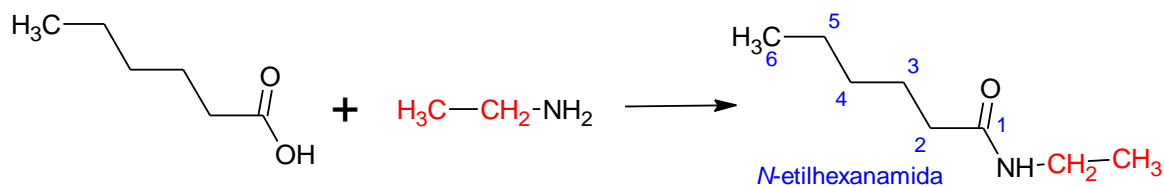


Solución. La reacción es una reacción de cloración con cloruro de tionilo a un ácido carboxílico, obtendremos un cloruro de acilo.

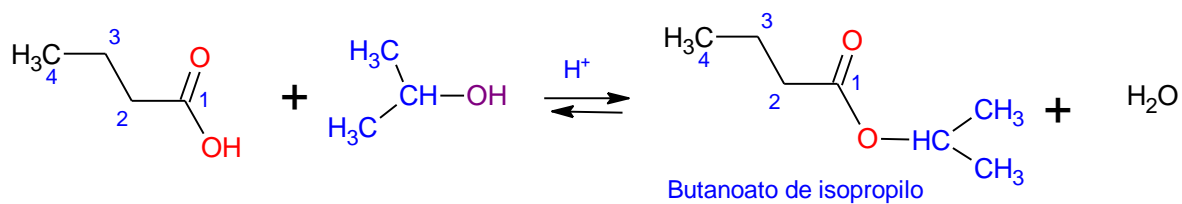
Respuesta:



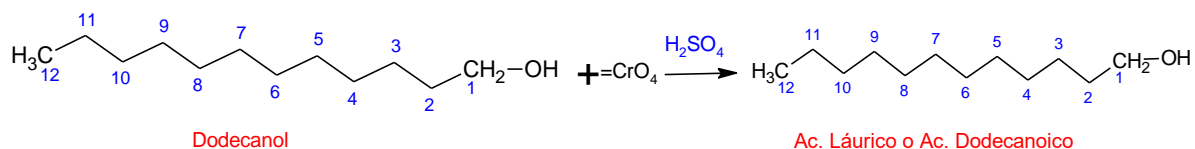
Resultado:



Solución: La reacción entre el ácido butanoico y el isopropanol producirá un éster:

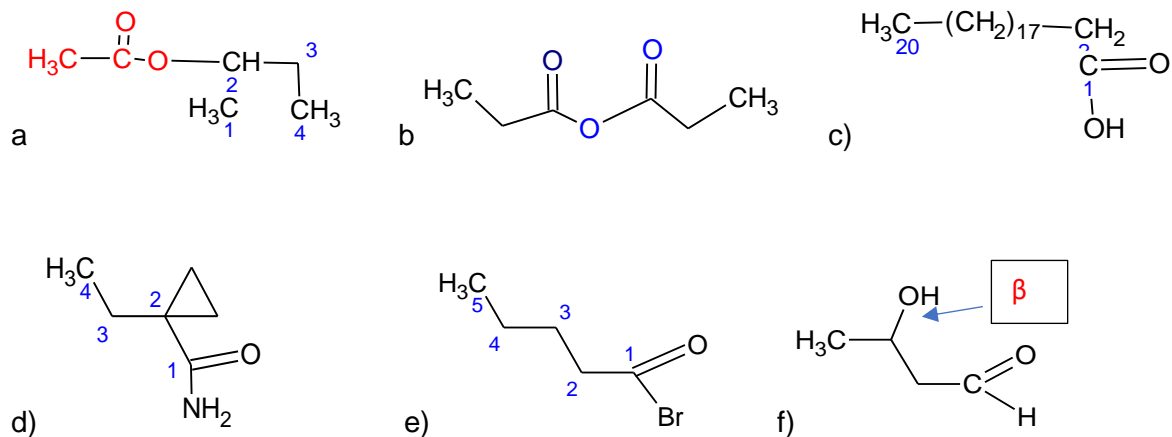


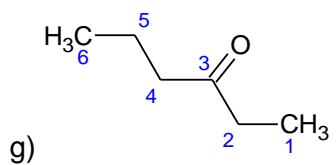
4) Proponga una reacción para obtener ácido láurico a partir de un alcohol, escriba las estructuras y sus nombres de los reactivos necesarios y productos obtenidos.



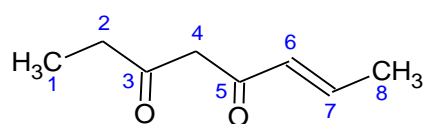
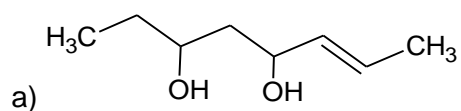
5) Escriba las estructuras correspondientes a los nombres dados a continuación:

- a) Acetato de sec-butilo    b) Anhídrido propanoico    c) Ácido eicosanoico  
 d) 2-ciclopropilbutanamida    e) Bromuro de pentanoílo    f)  $\beta$ -hidroxibutiraldehído  
 g) 3-hexanona

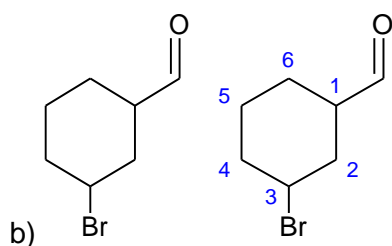




6) Escriba el nombre correspondiente para las siguientes estructuras indicadas

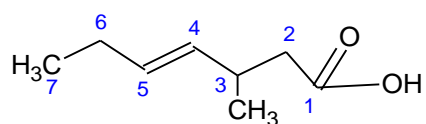
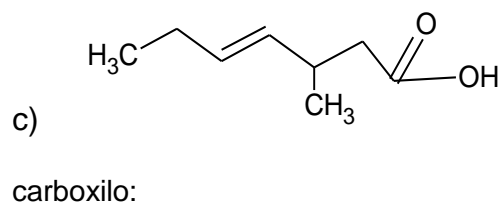


Nombre: 6-octen-3,4-diona

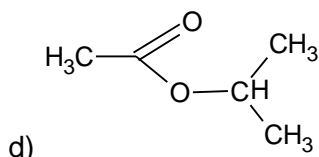


Se enumera el ciclo Nombre:

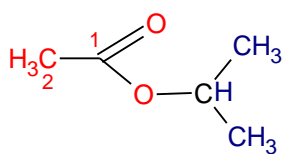
3- Bromociclohexanocarbaldehído



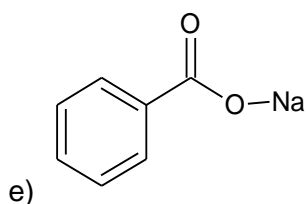
Nombre: Ácido 3-metil-4-heptenoico



La molécula presenta un derivado de ácido carboxílico de dos carbonos, el acetato unido a un grupo alquilo, el isopropilo. Se enumera la cadena del ácido carboxílico:

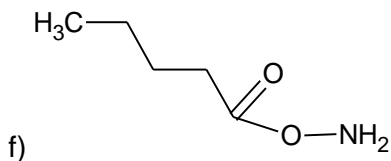


Nombre: Acetato de isopropilo



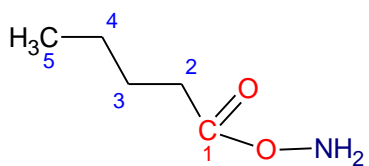
La molécula es un derivado del ácido benzoico, una sal de sodio, el hidrógeno del grupo carboxilo es sustituido por un metal, el sodio, resultando en una sal sódica.

Nombre: Benzoato de sodio

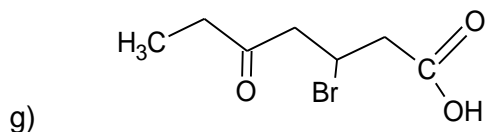


El grupo amino sustituye al -H del grupo carboxilo -COOH,

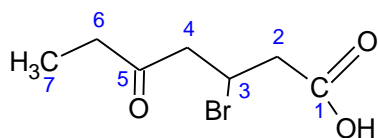
originando una amida



Nombre: pentanamida



enumerar la cadena principal, empezando por el grupo carboxilo, los sustituyentes presentes son: Bromo, oxo (grupo carbonilo como sustituyente)



Nombre: Ácido 3-Bromo-5-oxoheptanoico

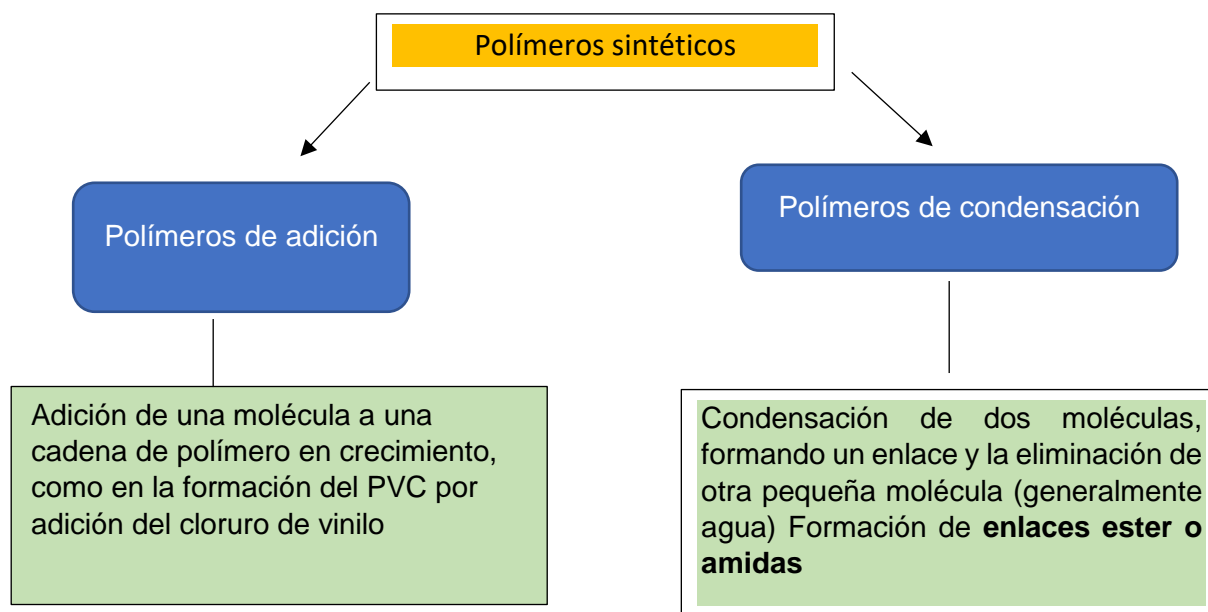
## TEMA 5 Química Orgánica en la Industria

### 5.1 Química Verde

#### 5.1.1 Polímeros Sintéticos

Los polímeros son moléculas grandes formadas por varias estructuras más pequeñas llamadas monómeros, los polímeros pueden ser naturales, como las proteínas formadas por aminoácidos-los monómeros- y los polímeros sintéticos, como el cloruro de polivinilo (PVC) formado por el cloruro de vinilo- monómero-, el poliestireno es otro importante polímero sintético.

Los polímeros sintéticos pueden ser de dos clases: a) Los polímeros de adición y los polímeros de condensación.

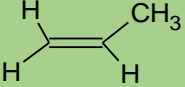
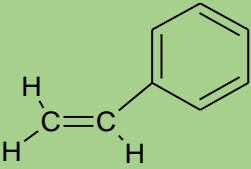
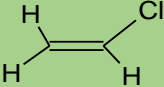
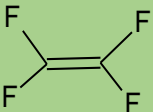


Propiedades térmicas de los polímeros.

A bajas temperaturas los polímeros de larga cadena son vidrios, sólidos e inflexibles, a fuertes impactos se fracturan. Cuando la temperatura se eleva a una temperatura llamada de transición vítrea ( $T_v$ ), por arriba de su  $T_v$  un polímero se vuelve flexible y moldeable y se les nombra termoplásticos debido a la acción del calor que los hace moldeables (plásticos). Si la temperatura continúa elevándose el polímero alcanza la temperatura de fusión cristalina ( $T_f$ ).

Por arriba de la temperatura de fusión el polímero se vuelve viscoso, en este estado se pueden formar fibras. Los polímeros de cadena larga con una baja cristalinidad representan los llamados polímeros amorfos, los cuales al calentarse por arriba de la temperatura de transición vítrea se presentan como hules y si se continúa aumentando la temperatura se tornan gomosos y menos sólidos hasta volver a ser líquidos viscosos. (1)

Algunos de los polímeros de adición más importantes			
Polímero	Usos	Fórmula del monómero	
Polietileno	Botellas, bolsas, películas	$H_2C=CH_2$	

Polipropileno	Plásticos, fibras sintéticas de olefinas	
Poliestireno	Plásticos, espuma aislante	
Policloruro de vinilo	Plástico, películas, tuberías de agua	
Politetrafluoroetileno	Recubrimientos de Teflón, plásticos PTFE	

### 5.1.2 Sustancias Tóxicas Presentes en los Alimentos.

La importancia del aseguramiento en la calidad de los alimentos desde la perspectiva de contenidos de sustancias tóxicas presentes desde su origen, almacenamiento y procesamiento es causa de gran preocupación y atención por los profesionales del área de alimentos.

Las sustancias tóxicas presentes en los alimentos suelen clasificarse según su origen: tóxicos naturales, tóxicos intencionales, tóxicos accidentales, tóxicos generados durante el procesamiento de los alimentos.

### 5.1.3 Componentes Tóxicos Naturales

Los problemas que pueden ocasionar los tóxicos de origen natural en un alimento se relacionan algunas veces, en las concentraciones por arriba de lo que se consideran concentraciones inocuas. El caso de los hongos comestibles es un ejemplo, al confundirse con hongos tóxicos como el *Amanita phalloides*



Varias plantas y animales para el consumo humano pueden causar intoxicaciones por la presencia de un compuesto que normalmente se encuentra en bajas concentraciones, la presencia de estas toxinas son algunas veces un sistema de defensa contra los depredadores. (Valle,P toxicología de alimentos)

Valle cita en su toxicología de alimentos que existen sustancias naturales que pueden ser mutagénicas o carcinogénicas como el safrol que se encuentra en la raíz del sasafrás. Las quinonas que se encuentran en una gran diversidad de alimentos, formando semiquinonas, reaccionan con el ADN formando superóxidos infiriendo en la lipoperoxidación de grasas, produciendo mutágenos. (Ames,1983; Wogan, 1979).

Tóxicos naturales presentes en los alimentos			
Leguminosas	cereales	Bebidas estimulantes	Proteínas, péptidos, aminoácidos
Glucósidos cianogénicos	<b>Micotoxinas:</b>	Cafeína	Toxina botulínica
Inhibidores enzimáticos	<i>Aspergillus</i>	Teofilina	Toxina estafilococos
Fitohemaglutininas	<i>Penicillium</i>	Teobromina	Toxina Cl.perfringes
Saponinas	<i>Fusarium</i>	Alcohol	Falotoxina
Favismo	<i>Claviceps</i>		Amatoxina
	<b>Ácido fítico</b>		selenoaminoácidos
	<b>Inhibidores de amilasa</b>		

Valle,V.(1991)

Tóxicos naturales presentes en los alimentos	
Otros alimentos:	Antivitaminas
Algodón (gossipol)	Avidina
Papa (solanina, chaconina)	Tiaminasa
Camote (Ipomeamaroma)	Antivitamina K
Crucíferas, mostaza	Lipoxidasa
Pescados y mariscos: Tetrodoxina, saxitoxinas	Antivitamina D
Quesos: Aminas biógenas	Tocoferol oxidasa
Sorgo: Taninos	Antiniacina
Sasafrás: safrol	antipiridoxina
Champiñones: mutágenos	
Cicadas: cicacina	

“Las antivitaminas se definen como aquellos compuestos que disminuyen o anulan el efecto de una vitamina en una manera específica” (Valle V. Pedro. Toxicología de alimentos. (1991)

#### **5.1.4 Sustancias Adicionadas Intencionalmente**

Las sustancias adicionadas intencionalmente con un a función específica. se conocen como **aditivos**, puede ser un solo compuesto o una mezcla de ellos, con la finalidad de elevar el contenido nutricional, mejorar aspectos sensoriales o impedir el crecimiento de microorganismos que causan deterioro en los alimentos, mejorando y prolongando su vida de anaquel.

Los aditivos empleados en los alimentos deben ser no tóxico, su uso está regido por normas nacionales e internacionales. La Organización Mundial de la Salud (OMS) La Organización para la Agricultura y para la Alimentación (FAO) sugiere una ingesta diaria

aceptable (IDA) en base al peso corporal del individuo, y representa la cantidad de aditivo en un alimento, la ingesta diaria en la dieta durante toda la vida, sin que presente un riesgo para la salud humana, basada en estudios de toxicidad aguda y prolongada (FAO/WHO,1995).

Tipos de aditivos		
Conservadores	Saborizantes	Nucleótidos
Colorantes	Edulcorantes	Carbohidratos: gomas, azúcares
Potenciadores	Vitaminas	Estabilizadores
Espesantes	Emulsificantes	Enzimas
Antioxidantes	Aminoácidos	Minerales

**Conservadores:** Previenen o retardan el deterioro causado a los alimentos por microorganismos-hongos, levaduras y bacterias-solubles en agua, estable, no acumulable en el medio ambiente.

Conservadores		
Tipo de conservador	Efecto	Usos
Benzoatos	Inhiben crecimiento de microorganismos a pH entre 2.5 a 4.0	En alimentos ácidos como jugos, encurtidos, cerezas, margarinas, aderezos
Parabenos: alquil ésteres del ácido para-hidroxibenzoico	Acción antimicrobiana en amplios rangos de pH.	Refrescos, rellenos de pasteles, aderezos,

	Inhibidor del crecimiento de <i>Cl. botulinum</i> e inhibidor de su toxina	ensaladas, jaleas con edulcorantes artificiales
Propionatos	Inhibidor de crecimiento de hongos, no recomendable para levaduras o bacterias.	Productos de panificación, quesos procesados y en alimento para ganado.
Sorbatos: ácidos grasos monocarboxílicos y sus sales de potasio	Inhiben el crecimiento de levaduras y hongos, pueden ser usados para controlar <i>Cl. botulinum</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> y salmonella	Queso cottage, panadería, bebidas, jarabes, jugos, vinos, jaleas, mermeladas, se emplea como conservador de ciruelas pasas, higos, aceituna, para conservación de la cosecha de cítricos, pimienta, apio, fresas, tortillas de maíz

### 5.1.5. Sustancias Tóxicas de Origen Microbiano

Los alimentos de origen animal pueden contaminarse con bacterias que pueden producir toxicidad, en el caso de alimentos de origen marino contienen toxinas cuando se han contaminado con las algas presentes en la marea roja.

Generalmente las condiciones de origen, manipulación e inadecuada conservación de los productos cárnicos son un factor de riesgo para la contaminación bacteriana que producen toxinas y son responsables de intoxicaciones.

De manera general, los microorganismos contaminan los alimentos en pequeñas cantidades, cuando encuentran las condiciones adecuadas para sobrevivir y reproducirse hasta niveles suficientes para producir la toxina y causar enfermedad. Cuando se ingieren estos tipos

de alimentos podemos adquirir una intoxicación desde aguda a crónica de acuerdo con la toxicidad que presente el microorganismo contaminante del alimento. (Geanella Macias.A, 2016)

Se entiende por sustancia tóxica aquella que provoca daños al organismo, pueden ser de tipo exógenas o endógenas

Las toxinas al entrar en contacto con los alimentos se degradan pudiendo llegar a un estado de descomposición. En el cuerpo humano pueden dañar diferentes tejidos, causan depresión en el sistema inmunológico y pueden alterar el metabolismo celular provocando enfermedades.

Mencionamos que las sustancias tóxicas de origen microbiano están presentes y se desarrollan en aquellos alimentos con inadecuado manejo, originando enfermedades en quien los consume, este tipo de enfermedades causadas por los alimentos se denominan ETA (Enfermedades transmitidas por los alimentos). (UNADM, S.F)

Los tóxicos asociados a los alimentos pueden actuar a corto plazo, pero existen otros factores antinutricionales que actúan a largo plazo, con efectos fisiológicos y/o anatómicos irreversibles en su gran mayoría y se clasifican como:

Antienzimas: Inhiben la acción enzimática digestiva endógena, como las proteasas, amilasas, lipasas.

Secuestrantes de minerales: interfieren en la captación de minerales y su asimilación, como el ácido oxálico, fitatos, ovotransferrinas, antitiroideos

Antivitaminas: Disminuyen o aumentan los requerimientos vitamínicos, como las anti-tiaminasas, ascórbico-oxidasas.

En el cuadro siguiente señalamos los principales y más frecuentes microorganismos, causantes de enfermedades

Microorganismos causantes de las enfermedades de origen microbiano	
Agente	Agente
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Saxitoxina</i>
<i>Salmonella entérica</i>	<i>Trichinella spirallis</i>
<i>Escherichia coli</i>	<i>Clostridium botulinum</i>
<i>Salmonella typhi</i>	<i>Ciguatoxina</i>
<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Klebsiella pneumonie</i>

Intoxicaciones originadas por hongos.

Las micotoxinas son las sustancias tóxicas producidas por cierto tipo de hongos, y se difunden más allá del micelo, como ocurre en el moho superficial en los quesos, cuya micotoxina puede penetrar hasta 1cm de profundidad.

Existe un gran número de micotoxinas, que son producidas por diversos tipos de mohos, pero dentro de las más importantes tenemos: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *cladosporium*, Aflatoxinas.

El crecimiento de los mohos se presenta bajo ciertas condiciones, no favorables para el crecimiento de las bacterias, las cuales son:

Tabla 5

Almacenamiento en congelación	pH < 2.3 o > 6.5
Aw < 0.8	Ausencia de oxígeno

Geanella Macias.A, 2016)

Las esporas generadas por los mohos micotoxigénicos pueden encontrarse en muchos alimentos como el maíz, centeno, trigo, cacahuates, pistachos, harinas, frutas, carne y leche.

Bacteria stafilococcica causante de intoxicación al producir una exotoxina previamente formada en el alimento por el microorganismo *Staphylococcus aureus* y la toxina recibe el nombre de enterotoxina estafilocócica se transmite a los alimentos por contacto con las manos inadecuadamente lavadas de los manipuladores durante la elaboración, almacenamiento, transportación o en el servicio.

Los síntomas de la enfermedad aparecen después de tres horas de haber consumido el alimento contaminado, como son náuseas diarreas, y espasmos abdominales. (UNADM, S.F)

**5.1.6 Contaminantes y Aditivos no Intencionales: Fumigantes, Solventes de Extracción, Cancerígenos del Ahumado, Pesticidas y Herbicidas. Productos de Oxidación Lipídica, Metales Pesados, Bifenilos Policlorados y Polibromados (PCB y PBB) Naftalenos Clorados.**

Los contaminantes forman un grupo con características muy especiales al estar presentes en los alimentos, de manera no intencional, es decir no se añade como componente de los alimentos, sino que pueden presentarse como residuos de los procesos de cultivo, crianza, transporte y procesamiento del producto. Dentro de este grupo se encuentran los plaguicidas, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, OMS:

Los plaguicidas son empleados para proteger los cultivos contra insectos, malas hierbas, hongos y otras plagas. (OMS, 2022)

Los plaguicidas son potencialmente tóxicos para los seres humanos y pueden tener efectos agudos y crónicos en la salud de las personas, dependiendo de la cantidad y la forma de exposición. Los plaguicidas desempeñan un papel importante en la producción de alimentos.

Protegen o aumentan el rendimiento, y pueden aumentar el número de veces al año que se puede plantar un cultivo en la misma tierra. Esto reviste especial importancia en los países que padecen períodos de escasez alimentaria.

Para proteger a los consumidores de alimentos de los efectos adversos de los plaguicidas, la OMS examina las pruebas y elabora listas de límites máximos de residuos aceptados internacionalmente.

La toxicidad de un plaguicida depende de su función y de otros factores. Por ejemplo, los insecticidas tienden a ser más tóxicos para los seres humanos que los herbicidas. La misma sustancia química puede tener diferentes efectos en diferentes dosis, es decir, la cantidad de sustancia química a la que se expone la persona. La toxicidad también puede depender de la vía por la cual se produce la exposición, por ejemplo, si se traga o inhala el producto, o si entra en contacto directo con la piel. (OMS, 2022)

Los principales efectos a largo plazo de los plaguicidas se pueden agrupar en: los que afectan directamente al individuo expuesto como esterilidad, anemia aplásica, cáncer y trastornos diversos; y los que se observan en su descendencia (teratogénesis, mutagénesis, alteraciones del sistema inmunológico o del sistema nervioso central). (IMSS, S.F)

La OMS establece que es necesario controlar periódicamente los residuos de plaguicidas en los alimentos y el medio ambiente y presenta dos objetivos con respecto a ello:

a) Prohibir los plaguicidas más tóxicos para los seres humanos, así como los plaguicidas que permanecen durante más tiempo en el medio ambiente;

b) Proteger la salud pública mediante el establecimiento de límites máximo de residuos de plaguicidas en los alimentos y el agua.



Los alimentos que se venden o donan (como la ayuda alimentaria) deben cumplir igualmente con las regulaciones sobre plaguicidas, en particular con los límites máximos de residuos.

La OMS, en colaboración con la FAO, es responsable de evaluar los riesgos de los plaguicidas para los seres humanos, ya sea a través de la exposición directa o de residuos en los alimentos, y de recomendar medidas de protección adecuadas.

Las evaluaciones del riesgo de los residuos de plaguicidas en los alimentos son realizadas por un grupo científico internacional independiente de expertos, la Reunión Conjunta FAO/OMS sobre Residuos de Plaguicidas (JMPR).

Después de evaluar el nivel de riesgo, la JMPR establece límites para la ingesta segura con el fin de garantizar que la cantidad de residuos de plaguicidas a los que las personas están expuestas al comer alimentos a lo largo de su vida no se traduzca en efectos adversos para la salud.

Estas ingestas diarias aceptables son utilizadas por los gobiernos y los gestores de riesgos internacionales, como la Comisión del Codex Alimentarius (el organismo intergubernamental que establece las normas alimentarias), para establecer límites máximos de residuos (LMR) para los plaguicidas en los alimentos. Las normas del Codex son la referencia para el comercio internacional de alimentos, lo que significa que los consumidores de todo el mundo pueden estar seguros de que los alimentos que compran cumplen con las normas acordadas de inocuidad y calidad, independientemente de dónde se hayan producido. En la actualidad, existen normas del Codex para más de 100 plaguicidas diferentes.

Para más información acerca de la contaminación de alimentos con plaguicidas puede consultar los trabajos de investigación registrados ante el CONACYT, en la página siguiente:

<https://conahcyt.mx/cibiogem/index.php/comunicacion/24-repositorios/999-presencia-de-plaguicidas-en-alimentos-animal-y-vegetal>

**Tabla 6**

Clasificación de plaguicidas de acuerdo con el grupo químico al que pertenecen		
Insecticidas	Herbicidas	Fungicidas
Organoclorados	Sulfitos: Glifosato	Metoxiacrilatos
Organofosforados	Imidazolinonas	Triazoles
Carbamatos	Triazinas	Bencimidazoles
Piretroides	Acetanilidas	Derivados del benceno
Benzilureas	Benzonitrilo	

CONAHCYT,2024

Solventes de extracción: Los solventes empleados en los procesos de extracción de algún componente en específico de los alimentos se eliminan del producto obtenido, pero no totalmente, por lo que se pueden dejar residuos en el producto final. (CONAHCYT,2024)

De acuerdo a la legislación Europea 2009 los disolventes permitidos son propano, butano, acetato de etilo, etanol, anhídrido carbónico, acetona y protóxido de nitrógeno.

En los procesos de industrialización de los alimentos, se emplean diferentes tratamientos térmicos-cocimiento, freído, horneado- los cuales generan cambios químicos.

Durante el proceso de calentamiento se forman muchas sustancias orgánicas cíclicas: pirimidinas, furanos y derivados del antraceno. Las reacciones llevadas a cabo en el proceso

son responsables del aroma y sabor obtenidos por los alimentos mediante el proceso y están asociadas a la formación de compuestos cancerígenos, Revisaremos algunas de ellas:

Reacción de Maillard: Los procesos térmicos destruyen compuestos tóxicos en los alimentos como pueden ser las hemaglutininas o algunos inhibidores de enzimas, pero existe otro tipo de reacciones responsables del ennegrecimiento no enzimático causado por la reducción de grupos reductores presentes en azúcares y grupos amino en forma libre en las proteínas teniendo como resultado productos de polimerización como pigmentos oscuros nombrados melanoidinas(Chichester y Lee, 1981; Dutson y Orcutt, 1984) .Citado por Valle P. en Toxicología de alimentos.(1991) Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Programa de Salud Ambiental. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud.

Durante el oscurecimiento de Maillard en cambios de color, olor y sabores característicos de un asado en carnes se sintetizan pirazinas e imidazol, algunas de ellas han presentado propiedades mutagénicas,( Taylor, 1982)

Degradación de lípidos. Cuando los lípidos-grasas y aceites-se someten a procesos de freído se producen compuestos policíclicos aromáticos conocidos por sus siglas HAPs y representan un grupo de más de 100 sustancias químicas diferentes, encontrándose generalmente como una mezcla de dos o más de estos compuestos.Los asados de carnes a la parrilla, el ahumado, el secado incluyendo el calentamiento de los alimentos, también producen hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), algunos de ellos pueden causar cáncer en humanos, como el benzopireno, que ha sido clasificado por la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) como agente carcinógeno para los humanos (Grupo 1). (AESAN,2023)

Hidrocarburos policíclicos aromáticos presentes en alimentos formados por degradación lipídica:	
Benzofluoroantraceno	Pirileno
Benzopireno	Fenantreno
Criseno	Pireno
Dibenzantraceno	Metil pireno

**Metales tóxicos.** Los metales tóxicos forman un grupo de metales no benéficos que pueden encontrarse en los alimentos debido a las fuentes de origen, cultivos o procesamiento o distribución. Los metales considerados como tóxicos son Cadmio, plomo, mercurio, berilio, arsénico y bario (Reilly,1980)

Los alimentos procedentes del mar, los pescados grasos y de tallas grandes como el atún y salmón, pez espada se encuentran entre los que mayor concentración de metales pesados contienen. De acuerdo con estudios recientes (Gil, F. Universidad de Granada) los mejillones y berberechos son los mariscos que acumulan la mayor cantidad de metales tóxicos como el Hg y Pb. Los límites permisibles de metales pesados en los alimentos, de acuerdo a la OMS es de 0.5 µg/ g

La toxicidad depende de diferentes factores: dosis, duración y ruta de exposición, forma y estructura del compuesto químico y factores humanos individuales-peso, talla, sexo, edad- (Ferrer A. Intoxicación por metales,2003).

Tabla 7

**Arsénico (As):** Constituyente natural de los suelos, rocas, agua, aire y en alimentos.

La forma orgánica del arsénico se produce cuando los iones As se combinan con carbono e hidrógeno, en esta forma ingresa en peces y mariscos.

El As se absorbe fácilmente a través del tracto digestivo, es un tóxico protoplásmico, se une a grupos sulfhidrilos, inhibiendo varias enzimas, como aquellas vinculadas con el metabolismo celular y las de la respiración.

Efectos en la salud: Crónicamente causa pérdida del apetito, problemas gastrointestinales, conjuntivitis, melanodermia.

Vargas Licona y Marrugo Nefrete, 2024

Mercurio (Hg): La forma más tóxica en que se presenta es como metilmercurio, en esta forma entra al organismo, para ser metabolizado intracelularmente, lo que impide eliminarlo con facilidad. El metilmercurio se absorbe en el plactón, siendo ingerido por peces, acumulándolo en su tejido graso, (Vargas Licona y Marrugo Nefrete, 2024) El Hg tiene una vida media de 200 días en peces, acumulándose en la cadena alimenticia pudiendo acumularse a concentraciones mayores como aves marinas, ballenas y focas. (Valle P. Toxicología de Alimentos, 1991) El mercurio inorgánico es absorbido por contacto o absorción, se acumula en riñones, timo, cabello, hígado, e intestino delgado. Sus formas orgánicas logran atravesar las barreras hematoencefálicas produciendo encefalopatías graves. El metilmercurio puede inducir una ruptura anormal de los cromosomas resultando en un cromosoma extra (Hodge, 1973 y Waldbott, 1973) citado en (Vargas Licona y Marrugo Nefrete, 2024)

Plomo: Procede de los procesos erosivos de la superficie terrestre, la industria de la fundición, fabricación de plásticos y fabricación de baterías.

Ingresa al organismo a través de la ingesta, inhalación, deglución. Puede ser transportado a través del sistema circulatorio a los demás órganos(Goyer Clarkson,2001) Castro y Mendez,2008)

El plomo puede acumularse principalmente en huesos y dientes, afectando al sistema gastrointestinal, neuro-muscular, renal y sanguíneo.

*El codex alimentario* reporta un máximo de tolerancia de 0.30 mg/Kg de peso fresco en músculo de peces para consumo humano, sin embargo, la European Food Safety Authority (EFSA) afirma que se han reportado efectos nocivos para la salud humana con concentraciones entre 0.002 -0.007 mg/kg/día (Oliveira et al,2007)

**Cadmio:** La roca fosfórica con altas concentraciones del metal usado en la fabricación de fertilizantes, se considera la principal fuente de contaminación. Se ha podido identificar cadmio en moluscos, crustáceos, arroz y germen de trigo. El Cd es tóxico para todos los sistemas y funciones humanas o de animales. Se almacena en el hígado, riñón y pulmones, **inhibiendo las enzimas con grupos sulfhidrilo en el sitio activo. La ingesta prolongada de este metal altera el metabolismo del calcio, generando osteoporosis y atacando el esmalte de los dientes.**

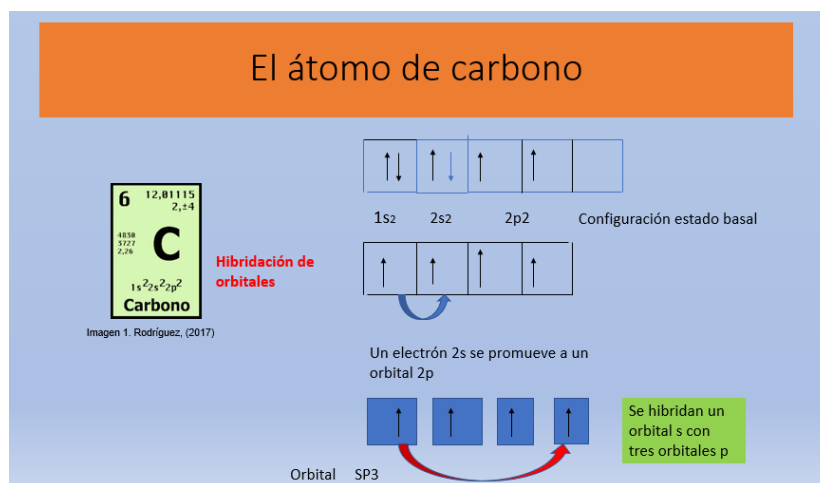
Al evaluar la citotoxicidad de cuatro metales pesados: Plomo (Pb) Arsénico (As) Cadmio (Cd) y metilmercurio durante diferentes tiempos de exposición concluyeron la mayor potencia para generar una muerte celular programada., se resalta el efecto neurogenerativo del contaminante (Ferrer, A,2003):

**CH<sub>3</sub>Hg > As > Cd > Pb**

## Complementos Educativos y Herramientas Tecnológicas Asociadas

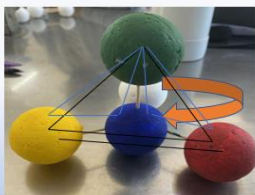
### Tema 1 Fundamentos de Química Orgánica y Estereoisomería

#### 1) Presentaciones





## Orbitales híbridos $sp^3$



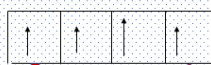
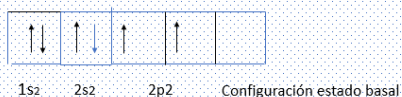
Ángulo de enlace  $109.5^\circ$

Imagen 2. Modelo realizado por Huesca F. (2022)

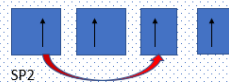
## Orbitales híbridos $Sp^2$ y orbitales SP



Imagen 3. Modelo realizado por Huesca F. (2022)



Un electrón 2s se promueve a un orbital 2p



Se hibridan un orbital s con dos orbitales p

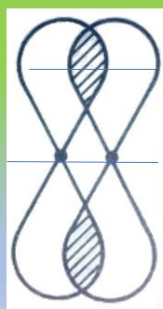
Hibridación de orbitales

Orbital  $sp^2$

## Orbitales híbridos $Sp^2$ y $Sp$

enlace  $\pi$

enlace  $\sigma$

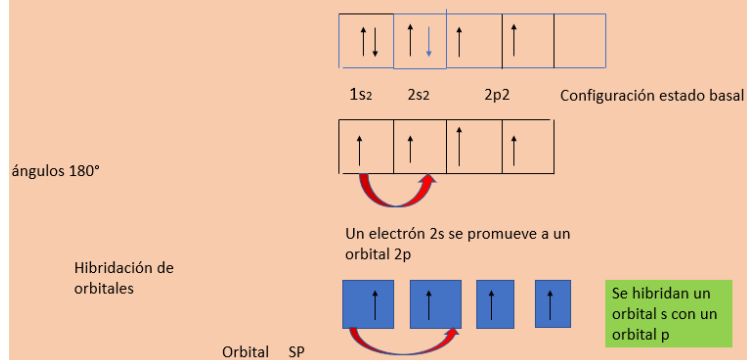


Orbital híbrido  $sp^2$

Imagen 4. Alquímica, (2016)

Imagen 5: Química y Ciencia(2016)

## Orbitales híbridos Sp



## Características del enlace covalente en las moléculas orgánicas

- Longitud de enlace
  - Ángulo de enlace
  - Energía de enlace
- H----C 415 kJ/mol  
 C----C 348 kJ/mol  
 C----N 293 kJ/mol

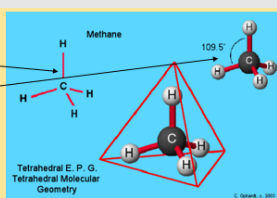


Imagen 6: Ophardt, (2003)

## Modelos moleculares



Modelo de esferas y varillas

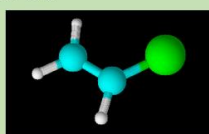
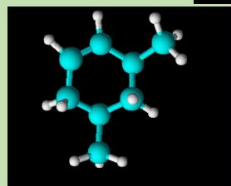


Imagen 6. Modelo realizado por Huesca F. (2022)



## Características del enlace covalente

- Longitud de enlace
- Ángulo de enlace
- Energía de enlace

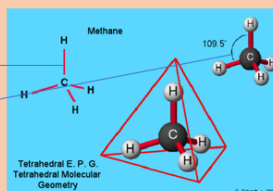
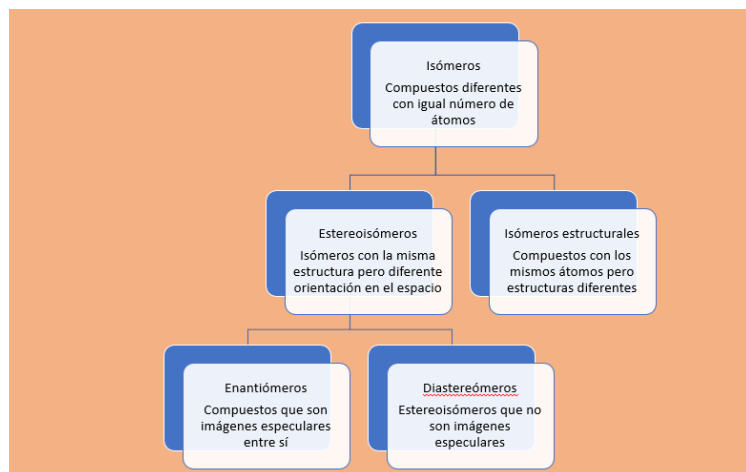
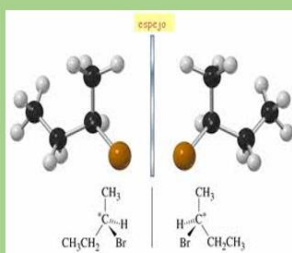


Imagen 10: Ophardt, (2003)

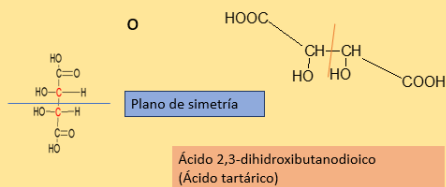


## Estereoisomería



## Meso compuestos

Compuestos que poseen centros quirales, sin embargo son quirales, poseen un plano de simetría, no presentan actividad óptica



## Estereoisómeros

- Los compuestos que presentan la misma estructura pero diferente orientación en el espacio, se les llama estereoisómeros.
- Quiralidad: Cuando las moléculas no pueden superponerse a su imagen en el espejo

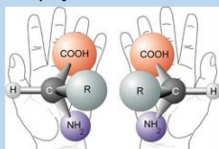


Imagen 9 .Libretexts:chiral molecules(S.F.)

Objetos aquirales:  
poseen un plano de  
simetría

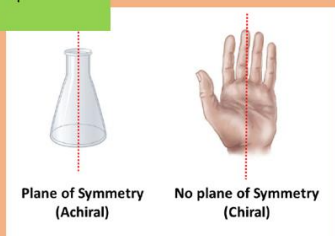
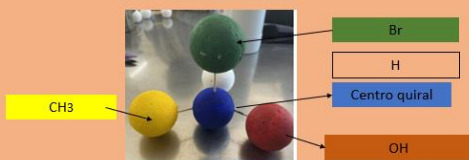


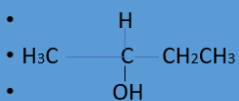
Imagen 10 .Libretexts:chiral molecules(S.F.)

Objetos quirales: El objeto y  
su imagen no son  
superponibles

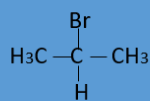
- Moléculas quirales: poseen centro quiral
- Centro quiral un átomo que se encuentra unido a diferentes átomos o grupos



## Compuestos quirales



2-butanol. Posee un centro quiral C2.



2-bromopentano  
Compuesto aquiral  
No posee un centro quiral

## Sistemas R y S

- ¿Cómo designar la configuración estereomérica de un compuesto?
- El sistema **R (Rectus)**, **S (sinister)**, diseñado por Cahn, Ingol y Pregot basados en el orden de prioridad de los grupos unidos a un centro quiral o estereomérico en la molécula, se emplea para designar la configuración estereomérica de un compuesto

## Orden de Prioridad

1) Mayor prioridad al átomo con mayor número atómico (centrado en el átomo unido directamente al centro quiral)

No. atómico	-I	-Br	-Cl	-SH	-OH	-NH <sub>2</sub>	-CH <sub>3</sub>	-H
	53	35	17	16	8	7	6	1

2) Cuando el átomo enlazado directamente al centro quiral es igual en todos los sustituyentes, LA PRIORIDAD se dará para el siguiente grupo o átomo

-CH <sub>2</sub> -Cl	-CH <sub>2</sub> -OH	--CH <sub>2</sub> -NH <sub>2</sub>	--CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	--CH <sub>2</sub> -H
----------------------	----------------------	------------------------------------	------------------------------------	----------------------

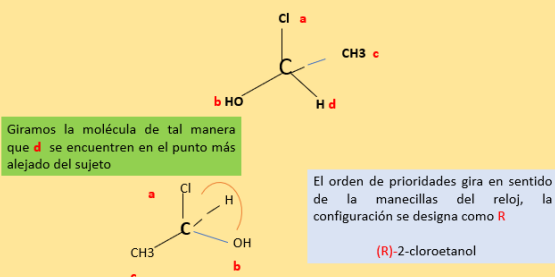
## Resumen de prioridades:

- $-\text{Br} > -\text{Cl} > -\text{COOR} > -\text{OR} > -\text{OH} > -\text{NH-CO-R} > -\text{NH}_2 > -\text{COOR}$
- $> -\text{COOH} > -\text{CO-R} > -\text{COH} > \text{R}_2\text{C-OH} > \text{R}-\text{CHOH} > -\text{CH}_2\text{-OH} >$
- $-\text{C}_6\text{H}_5 > -\text{CR}_3 > -\text{CHR}_2 > \text{CH}_2\text{R} > \text{CH}_3 > \text{H}$

## Reglas para asignar configuración R o S

- 1) Identificar el centro quiral
- 2) Asignar prioridades a los grupos unidos al centro quiral:  
a, b, c, d siendo a el de mayor prioridad
- 3) Orientamos la molécula (la giramos) de tal manera que el grupo de menor prioridad se encuentre lo más alejado de nosotros.
- 4) Si el orden de prioridades tienen trayectoria en sentido de las manecillas del reloj (hacia la derecha) la configuración será **R**  
Si el orden de prioridades tienen trayectoria en sentido contrario a las manecillas del reloj (hacia la izquierda) la configuración será **S**

### Configuración absoluta (R,S)



## Enantiómeros y diasterómeros

- Dos moléculas representan un par de enantiómeros cuando sus centros quirales están invertidos

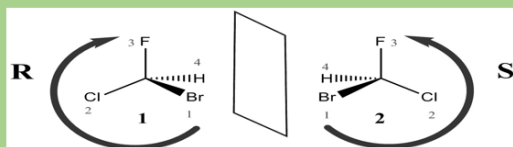
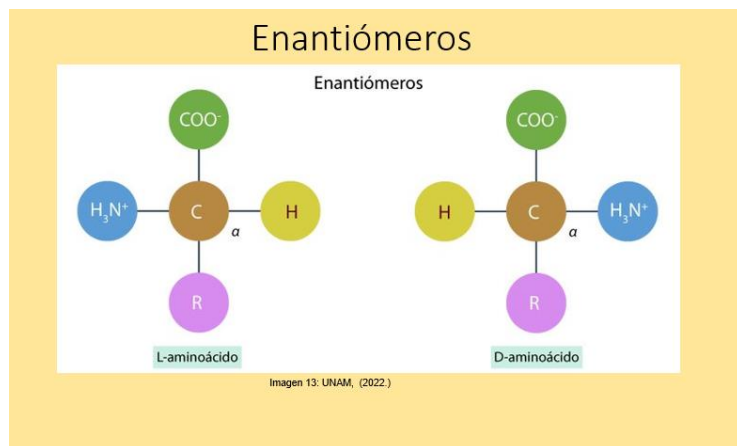
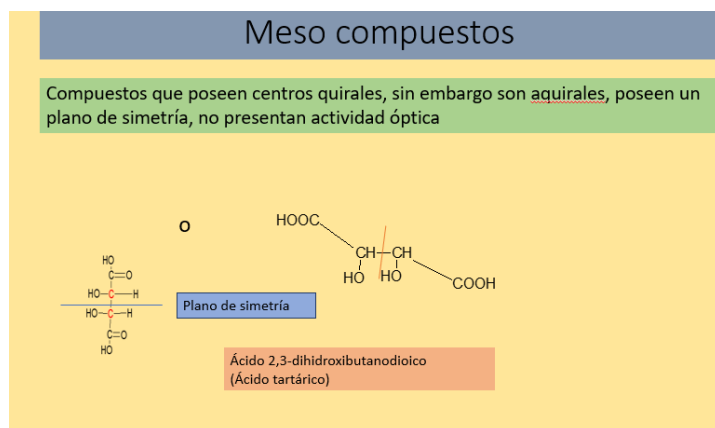
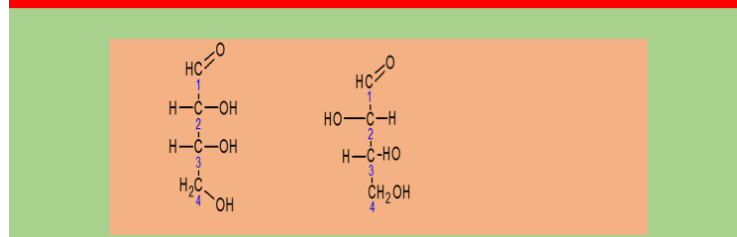


Imagen 12: Ciencia y Cosmética, (2021)



**Diasterómeros**  
Compuestos que no son imágenes especulares



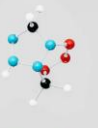
## 2) Cuestionario Kahoot

El vínculo para entrar al cuestionario:

[https://kahoot.it/challenge/02026860?challenge-id=e8505088-868f-402f-a61d-ac93f6b5f3d2\\_1718321896951](https://kahoot.it/challenge/02026860?challenge-id=e8505088-868f-402f-a61d-ac93f6b5f3d2_1718321896951)

PIN del juego 02026860

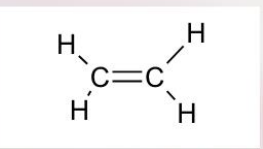
Guardar



Triplés enlaces  Enlace Simple

Doble enlace  Añadir respuesta 4 (opcional)

En la molécula etileno, la hibridación del átomo de carbono se presenta como:



SP  SP<sup>3</sup>

SP  SP<sup>3</sup>

SP<sup>2</sup>  Añadir respuesta 4 (opcional)

Añadir más respuestas



Los compuestos  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$  y  $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3$  son isómeros:

Estereoisómeros
  Geométricos

Estructurales
  Añadir respuesta 4 (opcional)

Qué enunciado no corresponde a las características de los isómeros estructurales:



Tienen la misma fórmula molecular
  Sus propiedades físicas son iguales

Tienen la misma fórmula molecular
  Sus propiedades físicas son iguales

Presentan el mismo peso molecular
  Añadir respuesta 4 (opcional)

Seleccione el diastereómero de la molécula mostrada:

COOH  
HN<sub>2</sub> — OH  
Cl — H  
CH<sub>3</sub>

COOH  
HN<sub>2</sub> — OH  
H — Cl  
CH<sub>3</sub>

COOH  
OH — NH<sub>2</sub>  
H — Cl  
CH<sub>3</sub>

Propiedad diferente entre un par de enantiómeros:

Punto de fusión

Rotación específica

Solubilidad en agua

Añadir respuesta 4 (opcional)

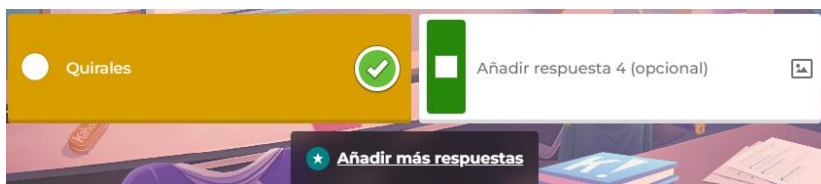
Seleccione un mesocompuesto:

COOH  
OH — H  
OH — H  
COOH

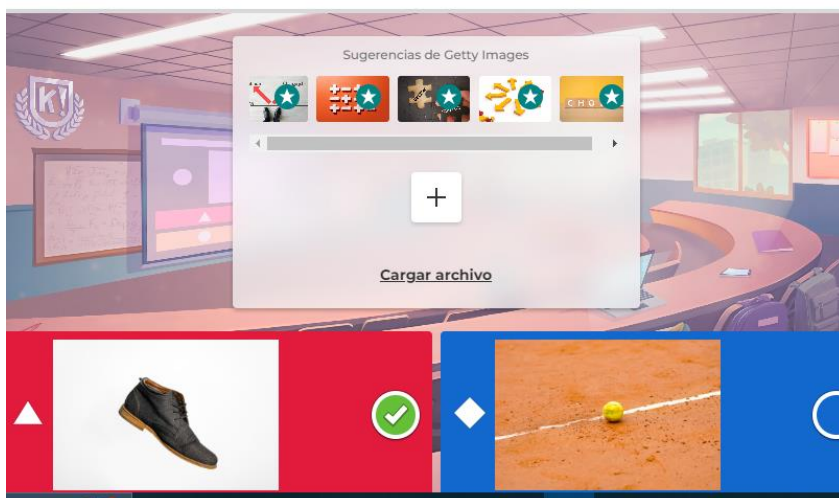
CHO  
OH — H  
NH<sub>2</sub> — H  
CH<sub>3</sub>



Las moléculas u objetos que no se pueden superponer a su imagen especular (Imagen en el espejo) se dice que son:



Seleccione un objeto quiral de los indicados a continuación:



¿Cuál de las dos moléculas presenta un centro quiral?

$\text{CH}_3\text{-CH}(\text{Br})\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{Br})\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

Seleccione el orden de prioridades correspondientes a los grupos indicados:

Cl, -OH, -CH<sub>3</sub>, -NH<sub>2</sub>

▲ 1,3,4,2

◆ 1,2,4,3

La molécula presenta configuración:

$\begin{array}{c} \text{Br} \\ | \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{OH} \quad \text{CH}_3 \end{array}$

▲ S

◆ R

De acuerdo a la imagen mostrada:

La estructura

$$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} \quad \text{COOH} \\ \quad \diagdown \quad / \\ \quad \text{C} \\ \quad / \quad \diagdown \\ \text{OH} \end{array}$$

presenta configuración:

R  S

De acuerdo a la imagen mostrada:

El enantiómero de la molécula mostrada, está representado por la estructura:

$$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{HO} - \text{H} \\ | \\ \text{HO} - \text{H} \\ | \\ \text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$$

R  S

### 3) Video de Creación Propia

Enlace del video:

<https://youtu.be/7dltVCiYGp0>

## Tema 2: Reacciones Orgánicas e Hidrocarburos Saturados

### 1) Presentaciones

Reacciones orgánicas

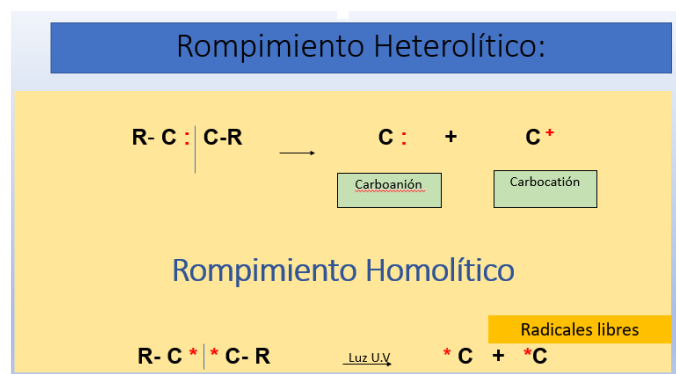



Profesora: Laura Margarita González Martínez

1 imagen: Tucker y Hoessler, (2008)

Reacciones orgánicas e Hidrocarburos saturados

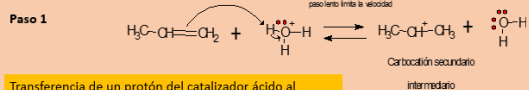
- Rupturas de enlaces
  - Heterolíticas
    - Formación carbocationes  $C^+$
    - Carboaniones  $C^-$
  - Homolíticas
    - Formación radicales libres



## Mecanismos de reacción

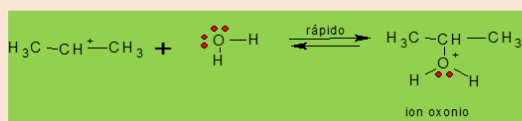
- Un mecanismo de reacción muestra las etapas o pasos en que ocurren las reacciones químicas

Reacción: Hidratación de un alqueno

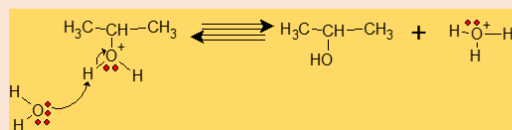


Transferencia de un protón del catalizador ácido al propeno, se forma el carbocatión 2.ºo. intermediario

**Paso 2** El carbocatión intermediario reacciona con agua, produciendo el ion oxonio



**Paso 3** Transferencia del protón del ion oxonio al agua da lugar al alcohol y genera una nueva molécula de catalizador



## Tipos de reacciones

### Reacciones

Sustitución

Eliminación

Adición

Transposición

Oxidación-reducción

## Reacción de sustitución

$S_N1$

$S_N2$

### Reacciones de sustitución Nucleofílica $S_N1$



### Reacción de los alcoholes con halogenuros de hidrógeno para obtener halogenuros de alquilo

Paso 1

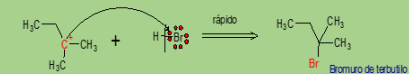


Paso 2

Paso 2

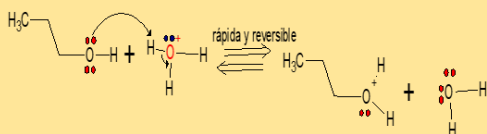


Paso 3

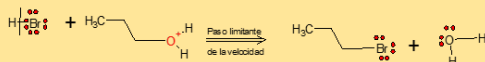


## Reacción $S_N2$ Hidrólisis de un halogenuro de alquilo

Paso 1 **Transferencia rápida y reversible de un protón al grupo OH formando el ion oxonio**



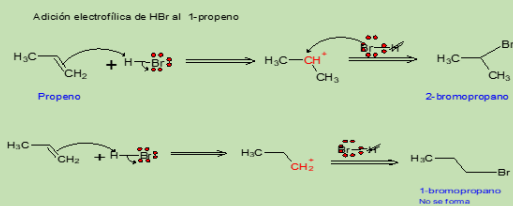
paso 2 **El desplazamiento nucleofílico del H<sub>2</sub>O por Br para formar bromuro de propilo**





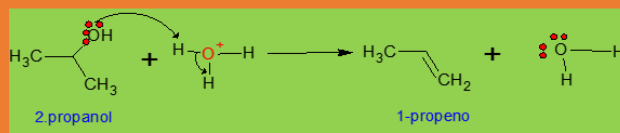
## Reacciones de adición: reacciones típicas de los alquenos

- Se rompe el doble enlace al adicionar un átomo al alqueno



## Reacciones de eliminación : E1 y E2

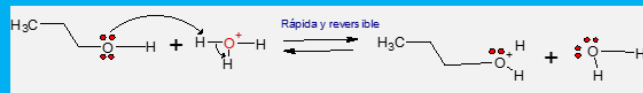
- En este tipo de reacciones se elimina un átomo o grupo de átomos de un reactante.
- Las reacciones de eliminación de los alcoholes generan un alqueno.
- E1: reacciones en que la etapa que determina la velocidad de reacción la determina una sola molécula.



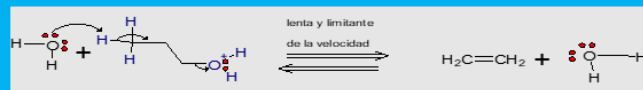
## Reacciones de eliminación E<sub>2</sub>

- La etapa determinante de la velocidad de la eliminación está determinada por dos moléculas.
- Las reacciones de deshidratación de los alcoholes primarios presentan eliminación E<sub>2</sub>

Paso 1

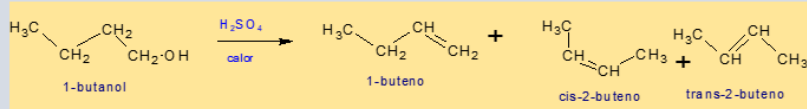


Paso 2

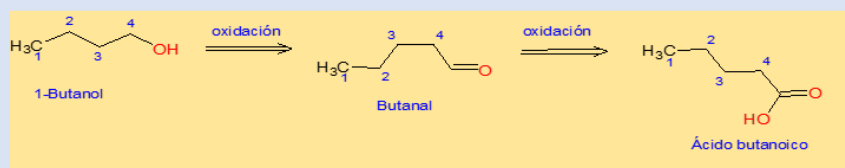


## Reacción de transposición

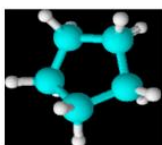
Algunas moléculas producen compuestos con estructuras diferentes a la de los compuestos iniciales, es decir, sufren un reordenamiento de su cadena carbonatada para producir un isómero estructural de la molécula inicial.



## Reacciones de óxido-reducción



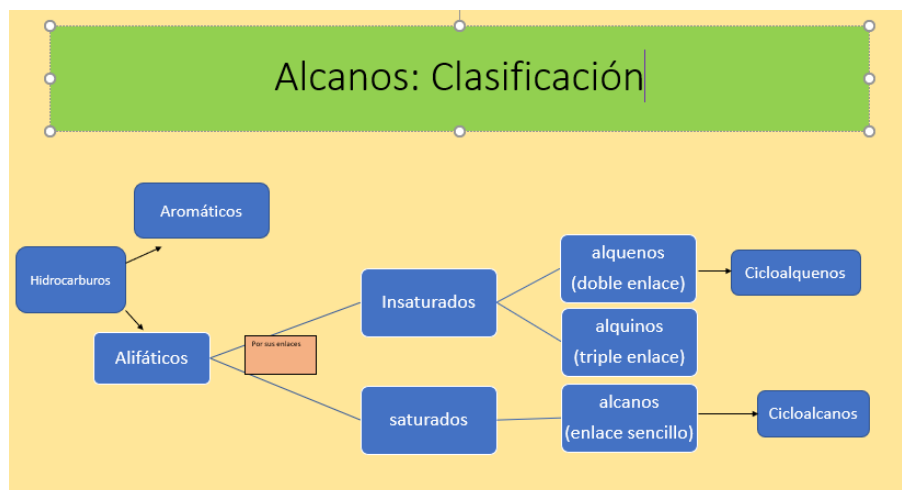
## Alcanos y cicloalcanos



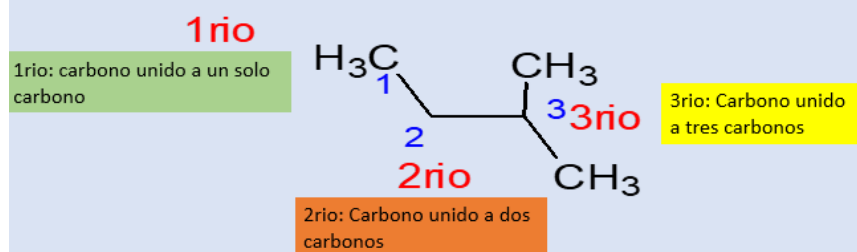
## Alcanos y cicloalcanos



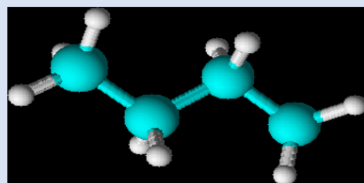
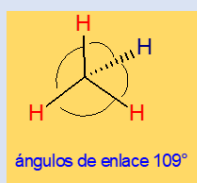
Profesora:  
Laura Margarita González Martínez



## Tipos de carbonos



## Estructura: átomo de carbono tetraédrico

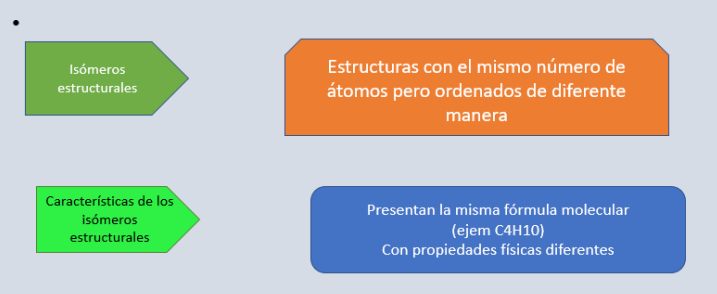


Butano

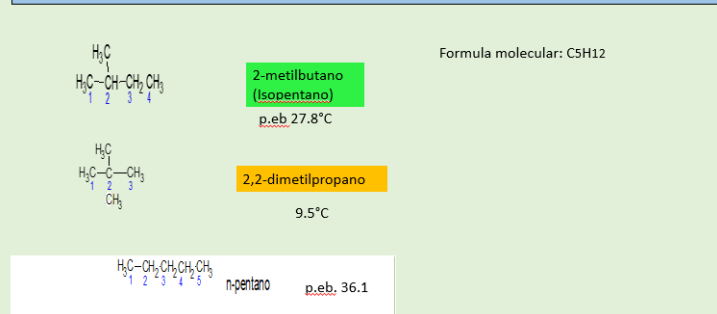
## Serie homóloga de los alcanos

Nombre de la IUPAC de alcanos no ramificados					
Nombre	Número de carbonos	Nombre	Número de carbonos	Nombre	Número de carbonos
Metano	1	Undecano	11	Henicosano	21
Etano	2	dodecano	12	Docosano	22
Propano	3	Tridecano	13	Tricosano	23
Butano	4	Tetradecano	14	Tetraosano	24
Pentano	5	Pentadecano	15	Triacotano	30
hexano	6	Hexadecano	16	Tetracontano	40
Heptano	7	Heptadecano	17	Pentacontano	50
Octano	8	octadecano	18	Hectano	100
Nonano	9	nonadecano	19		
Decano	10	Eicosano	20		

## Isómeros estructurales de los alcanos



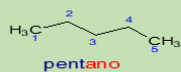
## Isómeros del n-pentano



Prefijos empleados en el sistema IUPAC para indicar el número de carbonos en cadena no ramificada			
Prefijo	Número de átomos de carbono	Prefijo de	Número de átomos de carbono
Met-	1	Undec-	11
Et-	2	Dodec-	12
Prop-	3	Tridec-	13
But-	4	Tetradec-	14
Pent-	5	Pentadec-	15
Hex-	6	Hexadec-	16
Hept-	7	Heptadec-	17
Oct-	8	Octadec-	18
Non-	9	Nonadec-	19
Dec-	10	Eicos-	20

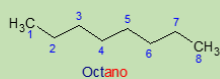
## Alcanos de cadena no ramificada

•  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  o *Pentano*



• Podemos abreviar una cadena:

•  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$  o *Octano*

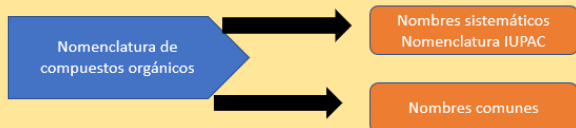


## Radicales alquílicos *R*- Origen: Derivados de los alcanos

Nombres de los grupos alquilo más comunes			
Nombre	Estructura	Nombre	Estructura
Metilo	-CH <sub>3</sub>	Isobutilo	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CHCH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Etilo	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> -	Sec-butilo	$\begin{array}{c} -\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Propilo	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> -	Ter-butilo	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ -\text{CCH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Isopropilo	$\begin{array}{c} -\text{CHCH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$		
Butilo	-CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>		

## Nomenclatura de compuestos orgánicos

•

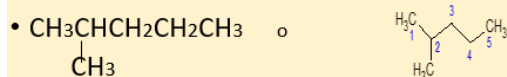


Nombre común: **Cloroformo**

Nombre sistemático: **Triclorometano**  
IUPAC

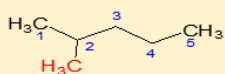
## Nomenclatura de la IUPAC

- Reglas IUPAC para alcanos ramificados:
- 1) identificar la cadena principal, la más larga y continua.



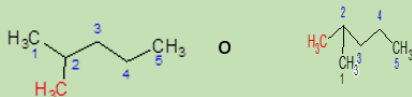
La cadena más larga y continua posee cinco carbonos, se trata de un **pentano**

- 2) Identificar los grupos sustituyentes unidos a la cadena principal



Grupo sustituyente: metilo

- 3) Enumerar la cadena principal empezando del lado más cercano a un sustituyente

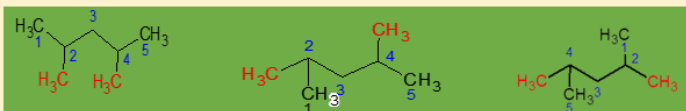


En ambas estructuras se tienen 5 carbonos en cadena principal y un metilo en posición 2

- 4) Se escribe el nombre del alcano:

**2-metilpentano**

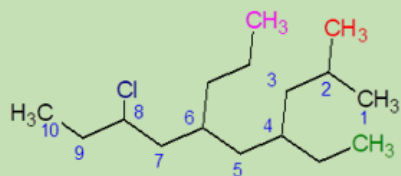
Segundo ejemplo:



Las tres estructuras presentan sustituyentes en posiciones 2 y 4 y la cadena principal contiene cinco carbonos.

Nombre del compuesto: **2,4-dimetilpentano**





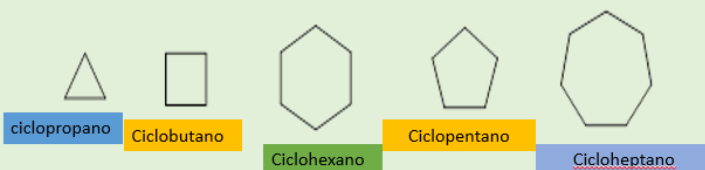
Cadena principal: Decano

Sustituyentes: Cloro posición 8-metilo posición 2-etilo posición-4-propilo posición 6.

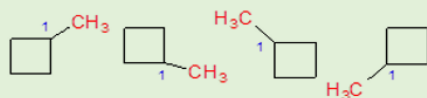
Nombre: se ordenan los sustituyentes por orden alfabético separados por guiones y al final el nombre de la cadena principal.

**Nombre del alcano: 8-cloro-4-etil-2-metilo-6-propildecano**

## Cicloalcanos



Cicloalcanos con un sustituyente: Los carbonos del ciclo son equivalentes.



Nombre : metilciclobutano

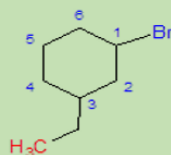
## Cicloalcano disustituído

Se asigna posición 1 al bromo (orden alfabético)

Se asigna la menor posición al siguiente sustituyente

Posiciones 1,3 **O.K.**

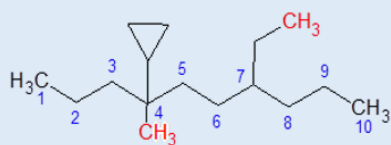
Posiciones 1,5 **X**



Nombre: **1-bromo-3-etilciclohexano**



## Cicloalcanos como sustituyentes

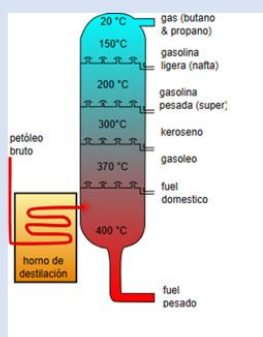


Cadena principal: decano

Sustituyentes: 4-Ciclopropil-7-etil-4-metil

Nombre: **4-ciclopropil-7-etil-4-metildecano**

## Obtención de alcanos y cicloalcanos



## 2) Cuestionario. Herramienta Tecnológica: Quizizz

Vinculo. <https://quizizz.com/join?gc=86529717>

**Tema 2: Reacciones orgánicas e hidrocarburos ...**

Ejecutándose

Editar preguntas

Editar ajust

Comenzó : jun 14, 2024, 07:20 PM (hace unos segundos)

**Invitar a los participantes**

 Fecha límite : jun 27, 2024, 11:15 PM
 [Editar](#)

Mostrar menos ^

**Invitar a través del código del juego**

Paso 1

 Usa cualquier dispositivo para  
abrir

[joinmyquiz.com](https://quizizz.com)

Paso 2

Introduce código de unión

**8056 2698**
<https://quizizz.c...>

Copiar

Código QR

**Compartir via**


Google Classroom



Canvas



Schoolology



Microsoft Teams



Remind



Twitter

**QUIZZZ** Hojas de trabajo

 Tema 2: Reacciones orgánicas e  
hidrocarburos saturados

Total de preguntas: 11

Tiempo de la hoja de trabajo: 60 minutos

Nombre del instructor: Luana Martínez

 Nombre 

 Clase 

 Fecha 

1. Las reacciones de halogenación típicas de los alquenos, ocurren mediante este tipo de reacciones, el alqueno produce un compuesto halogenado:

a) Adición

b) Sustitución

c) Transposición

d) Oxidación

2. Las reacciones de combustión de los alcanos representan reacciones de:

a) Adición

b) oxidación

c) Transposición

d) Eliminación



3. La reacción se clasifica como una reacción:

a) Eliminación

b) Adición

c) Transposición

d) Sustitución

 4. La formación de un carbocatión R-C<sup>+</sup> en el mecanismo de una reacción es debido a un rompimiento de enlace:

a) Homolítico

b) Heterolítico

5. ¿Cuál carbocatión es más estable?

a) Primario

b) Terciario

c) Secundario



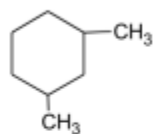
6.

El nombre de la IUPAC para el compuesto:

a) 1-bromoetano

b) 3-bromoetano

c) 1-cloroetano



7.

El nombre de la IUPAC para el compuesto:

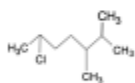
a) 1-metil-5-metil ciclohexano

b) 1,3-dimetilciclohexano

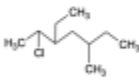
c) 1,5-dimetilciclohexano

8. 3-cloro-3-etil-5-metilheptano es el nombre correspondiente a la estructura:

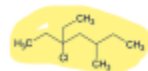
a)



b)



c)



9. El alcano con menor punto de ebullición:

a) Decano

b) Hexano

c) Butano

10. Alcano al que se le asigna un índice de octano de 100:

a) 2,2,4-trimetilpentano (isooctano)

b) 2,3,4-trimetilpentano

c) 2,3-dimetilhexano

11. Los alcanos son solubles en:

a)  $\text{H}_2\text{O}$ 

b) Alcoholes

c) Tetracloruro de carbono  $\text{CCl}_4$

### 3) Secuencia Didáctica

El conjunto de actividades de aprendizaje tiene como objetivo promover las competencias específicas y genéricas que los alumnos deberán desarrollar para el aprendizaje de las reacciones químicas orgánicas, su clasificación y características de cada una de ellas. El tipo de rompimientos de enlace que tienen lugar en las reacciones orgánicas, las características físicas y químicas de los alcanos y cicloalcanos, así como las reglas de la IUPAC para nombrarlos correctamente en forma sistemática, y su empleo en la industria alimentaria, son los temas sobre los cuales se enfocarán las actividades de aprendizaje propuestas en esta unidad.

**Fase 1:** Fase de inicio. Esta fase proporciona al maestro los conocimientos previos que los alumnos poseen acerca del tema a tratar, proporcionando información valiosa sobre el abordaje de los temas por aprender, adecuación de las actividades de enseñanza y de aprendizaje de acuerdo a los conocimientos previos de los alumnos.

Desarrollo: Mediante una lluvia de ideas, se discutirá acerca de los hidrocarburos

¿Qué son? ¿Cómo están formados? ¿cómo se clasifican? ¿Qué tipo de reacciones se realizan con los hidrocarburos?

**Actividad de aprendizaje:** El alumno elaborará un mapa conceptual con la clasificación de las reacciones en los compuestos orgánicos, y la característica de cada una de ellas.

**Fase 2.** Desarrollo: Mediante la presentación en power point se facilita el aprendizaje de los conocimientos fundamentales del tema.

Se realizará la práctica de laboratorio: Obtención de metano, para promover la capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica, como competencia genérica

- Investigará bibliográfica y documentalmente acerca de compuestos orgánicos empleados en la industria alimentaria

- Construirá un mapa conceptual clasificando los alcanos, tipos de rupturas de enlaces.
- Elaborar un cuadro comparativo de propiedades físicas (punto de ebullición, solubilidad, densidad) de tres alcanos y sus isómeros estructurales.
- Realizará ejercicios de nomenclatura, aplicando correctamente las reglas de la IUPAC en alcanos alifáticos y cicloalcanos.

**Fase 3:** en la fase de cierre se realizarán ejercicios de retroalimentación, reflexión y metacognición.

1.- ¿Comprendo la relación entre las diferentes características estructurales y reactividad en las moléculas orgánicas?

2.-¿Puedo indicar la diferencia entre las diferentes rupturas de enlaces en las moléculas orgánicas?

3.-¿Puedo escribir las estructuras de los isómeros estructurales de los alcanos? ¿Puedo explicar las diferencias entre las propiedades físicas de un alcano y sus isómeros estructurales?

4.-¿Nombro correctamente a los alcanos y cicloalcanos de acuerdo a las reglas de la IUPAC?

**Criterios de evaluación:** La unidad se evaluará en base a los criterios siguientes:

Examen de conocimientos	40%
Tareas	30%
Práctica de laboratorio	20%
Participación en clases	10%
Total	100%

### **Tema 3: Hidrocarburos Insaturados y Aromáticos**

#### **1) Secuencia Didáctica**

La secuencia didáctica constituye las actividades de aprendizaje programadas con la finalidad que el alumno obtenga las competencias específicas y las competencias genéricas de la unidad, marcadas en el programa de la asignatura, ALF-1022, Química orgánica.

Las competencias específicas para desarrollar por el estudiante: “El estudiante identifica los diferentes grupos de alquenos ,alquinos y benceno, utilizados en los procesos de la industria alimentaria

Competencias genéricas: “Capacidad de organizar y planificar, capacidad de análisis y de síntesis, solución de problemas, trabajo en equipo, habilidad de investigación, aprendizaje autónomo”

Fase 1:

a) Introducción al tema: Emplearemos imágenes de alimentos, productos naturales y procesados, con preguntas insertadas

¿Tipos de alquenos están presentes en los tomates?

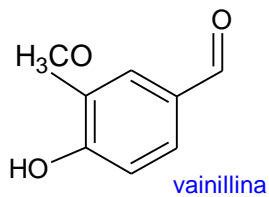


Carotenos, licopeno,  
clorofila



Empleo de los polímeros en la fabricación de envases para la industria de alimentos.

La Vainillina principio activo de la vainilla, un compuesto aromático



4-hidroxi-3-metoxi-benzaldehído



¿Qué compuestos orgánicos estarán presentes en los alimentos mostrados?



Terpenos en el romero,  
β-caroteno y clorofila en  
espinacas y aromáticos en  
los champiñones

1

b) Criterios de evaluación: La unidad se evaluará en base a los criterios siguientes:

Examen de conocimientos	40%
Tareas	30%
Práctica de laboratorio	20%
Participación en clases	10%
Total	100%

Fase 2. Desarrollo: Mediante la presentación en power point se facilita el aprendizaje de los conocimientos fundamentales del tema.

- Se realizará la práctica de laboratorio: Extracción de carotenos y Xantofilas en vegetales, para promover la capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica, como competencia genérica.
- Investigará bibliográfica y documentalente los compuestos derivados de los compuestos aromáticos y alquenos empleados en la industria alimentaria
- Construirá un mapa conceptual clasificando los diferentes tipos de alquenos y compuestos aromáticos.

- Realizará ejercicios de nomenclatura, aplicando correctamente las reglas de la IUPAC y nomenclatura común.
- Realizará ejercicios de reacciones químicas característicos de la adición electrofílica de alquenos y de sustitución electrofílica en el benceno y sus derivados
- Fase 3: en la fase de cierre se realizarán ejercicios de retroalimentación, reflexión y metacognición.
- 1.- ¿Comprendo la relación entre las estructuras y propiedades de los alquenos y alquinos?
- 2.-¿Puedo indicar la diferencia entre las reacciones típicas del doble enlace etilénico y el doble enlace del benceno y compuestos aromáticos?
- 3.-¿Nombró correctamente las estructuras de alquenos, alquinos y compuestos aromáticos de acuerdo a las reglas de la IUPAC o nomenclatura común?
- 4.-¿Soy capaz de escribir correctamente los nombres de los alquenos, alquinos y compuestos aromáticos, así como de sus isómeros estructurales?
- 5.- Soy capaz de mencionar la importancia de doble enlace etilénico en el mundo biológico, así como el de sus isómeros *cis-trans*?
- 6. ¿Puedo escribir o completar las reacciones típicas de los alquenos, adición electrofílica-y las reacciones típicas de sustitución electrofílica en el benceno?

## 2) Presentaciones: Hidrocarburos Insaturados

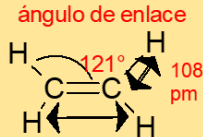
**Estructura del eteno y acetileno**

• Etileno

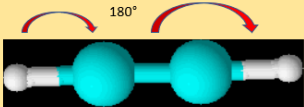
ángulo de enlace

121°

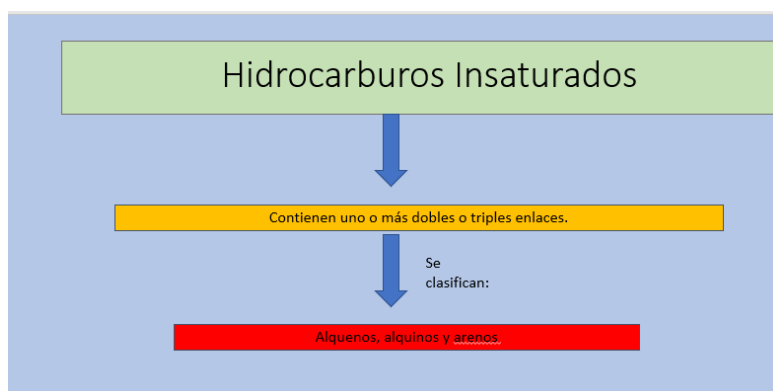
108 pm



180°



acetileno



**Hidrocarburos Insaturados**

Alquenos

**Hierbas Aromaticas imprescindibles**



Mentha, Romero, Albahaca, Albahaca Purpura, Mejorana, Oregano, Laurel, Cilantro, Tomillo, Estragon, Cebollino, Perifollo, Perejil, Salvia



Imagen 1. PNG ALL, (2017)

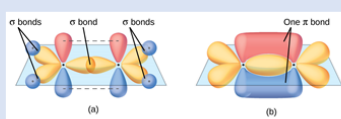


Imagen 2. Alvarez Manzo, R. (2019)

El etileno presenta un enlace  $\sigma$  (sigma) y un enlace  $\pi$  (Pi) formando un doble enlace. Los átomos de carbono presentan hibridación  $sp^2$

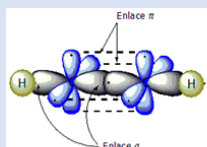
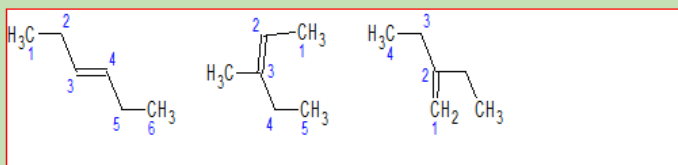


Imagen 3. Potrillo Chavez, (2013)

El acetileno contiene un enlace sigma  $\sigma$  y dos enlaces Pi  $\pi$  formando el triple enlace característico. Los carbonos presentan orbitales híbridos  $sp$ .

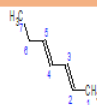
## Nomenclatura IUPAC

1) Identificar la cadena principal, será la más larga conteniendo el doble enlace, o los dobles enlaces. Se pueden presentar más de un doble enlace, la cadena principal será la que contenga el mayor número de dobles enlaces, y puede no ser la más larga.

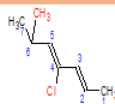


2) Enumerar la cadena principal

2) Enumerar la cadena principal



3) Identificar los sustituyentes y su posición (localizador) en la cadena.

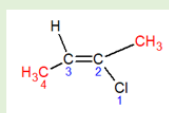


**Cadena principal:** Hepteno  
 Posición dobles enlaces: 2,4  
 Sustituyentes: 4-cloro-6-metil  
**Nombre del alqueno:**  
 4-cloro-6-metilhepta-2,4-dieno

**Cadena principal:** Ciclohexeno  
 Posición dobles enlaces: 1,4  
 Sustituyentes: 3-metil-4-isopropil  
**Nombre del alqueno:**  
 5-Bromo-3-metil-4-isopropilciclohexa-2,4-dieno

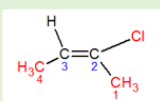
**Cadena principal:** contiene 8 carbonos: octino  
 Posición triple ligadura: posición carbono 1  
 Posiciones dobles ligaduras: 4,6  
 Sustituyentes: 3-etil-3,6-dimetil  
**Nombre del alquino:** 3-etil-3,6-dimetiloct-4,6-dien-1-ino

## Isomería *cis-trans*



**Trans-2-buteno** p.eb. 1°C

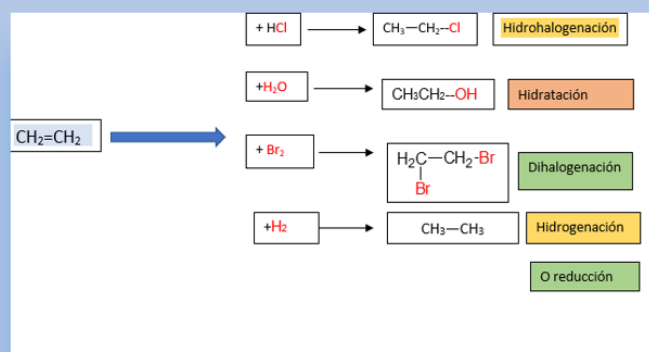
El isómero *trans*-2-buteno los dos grupos unidos a los carbonos que soportan el doble enlace, se encuentran en planos alternos



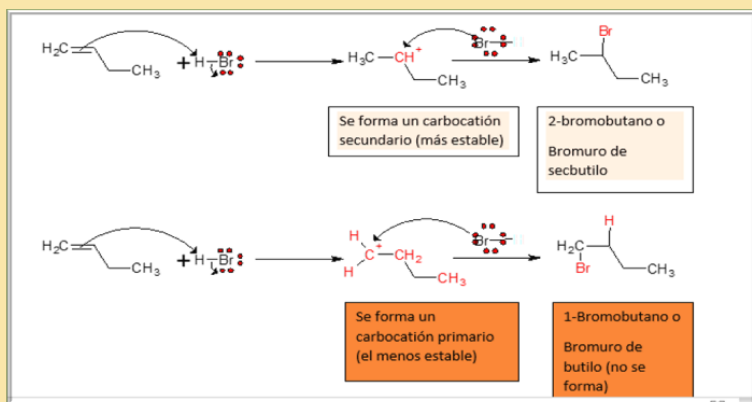
**Cis-2-buteno** p.eb. 4°C

*Cis*-2-buteno los dos grupos unidos a los carbonos que soportan el doble enlace, se encuentran en un mismo plano

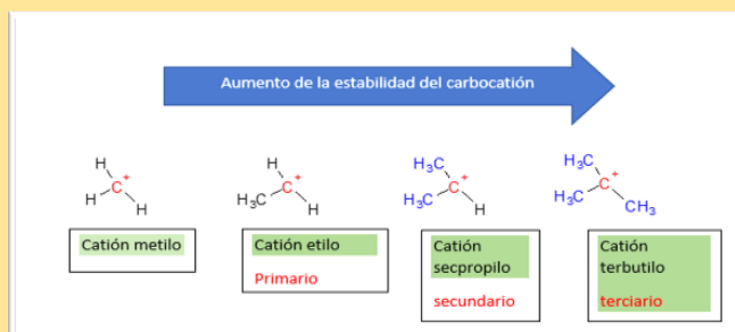
## Reacciones de adición electrofílica



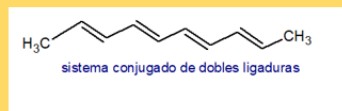
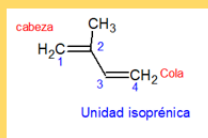
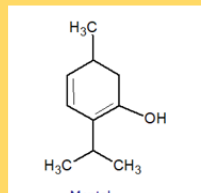
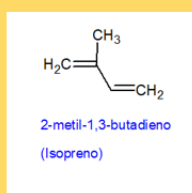
## Mecanismo de reacción:



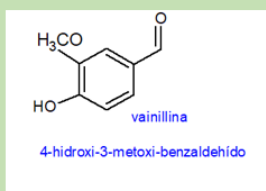
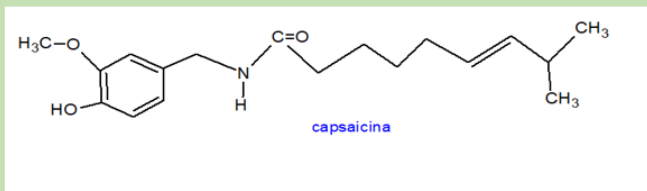
## Estabilidad de carbocationes



## Los terpenos : alquenos en los alimentos



## Compuestos aromáticos



### 3) Aprendizaje Basado en Problemas

Formación de equipos de trabajo: En equipos de trabajo colaborativo, se proporcionará un producto alimenticio como extracto de vainilla, aceite esencial de limón y naranja a otros equipos se proporcionará productos vegetales naturales como hojas de espinaca, zanahorias, uvas, puré de tomate. Tercer grupo: se proporcionarán envases empleados en la industria alimentaria como: envases PET, Ftalatos, latas con recubrimiento plástico, envases tetrapack con recubrimiento plástico.

Planteamiento del Problema: Cada equipo de trabajo investigará acerca:

a) El primer equipo realizará una investigación bibliográfica sobre los compuestos responsables del color y sabor característico de cada vegetal proporcionado, escribiendo el nombre y estructura de los mismos, relacionando las estructuras con los compuestos estudiados. (alquenos).

b) El segundo grupo investigará acerca de los polímeros empleados en la fabricación de los envases dados, escribirá la estructura de los monómeros empleados en la polimerización y sus propiedades para ser empleados en la industria alimentaria

c) El tercer grupo de trabajo realizará investigación bibliográfica acerca de los componentes presentes en los aceites esenciales del limón, naranja y de la vainilla, relacionando sus estructuras con los compuestos estudiados en el tema 3: alquenos y compuestos aromáticos

d) Cada equipo hará la presentación del trabajo desarrollado y sus conclusiones empleando las herramientas tecnológicas TIC's como canvas, o power point

e) Escribir las conclusiones grupales del trabajo realizado

f) Referencias

Producto de la actividad: Reporte de trabajo de forma individual, con hoja de presentación

Entrega de la presentación grupal

Tiempo para la entrega del producto: 3 días

Nota: en el salón de clases se realizará una discusión acerca de la actividad realizada, con preguntas enfocadas: ¿Qué experiencias obtuvieron de la actividad?

¿Qué aprendizajes se obtuvieron?

Rúbrica de evaluación del Aprendizaje:

Criterio	Excelente 5	Notable 4	Bueno 3	Suficiente 2	Insuficiente 1
Entrega en tiempo y forma(formato en arial 12, justificado interlinead o 1.5)	Entrega en tiempo y forma, cumpliendo con todos los criterios para el formato, tamaño y tipo de letra,	Entrega en tiempo, cumple dos criterios de formato	Entrega en tiempo, cumple un criterio de formato	No entrega en tiempo, cumple dos criterios de formato	No Entrega en tiempo, incumple los criterios de formato



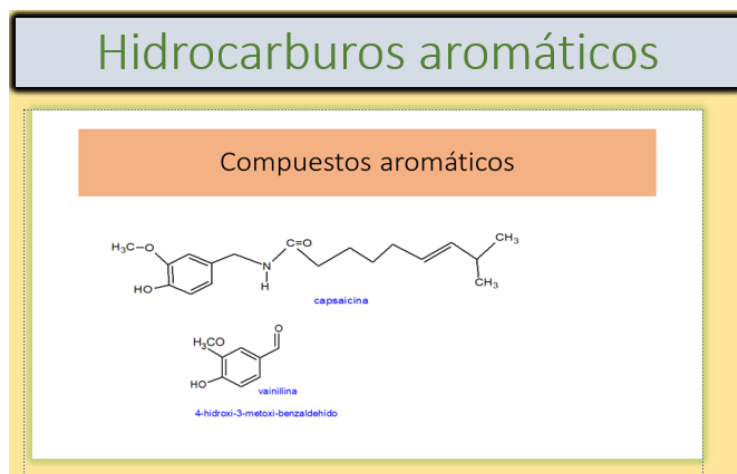
Hoja de presentación	interlineado, justificado				
Resultados	Emplea tablas, gráficas, fotos, videos para la presentación de sus resultados y la discusión de los mismos	Emplea tablas, gráficas, fotos, videos para la presentación de sus resultados sin la discusión de los mismos	Emplea solo tablas para la presentación de sus resultados sin la discusión de los mismos	Presenta fotografías como resultados, sin discusiones pertinentes	No Emplea tablas, gráficas, fotos, ni videos para la presentación de sus resultados y la discusión de los mismos
Conclusiones	Presenta sus conclusiones, redacción adecuada y en base a sus objetivos y resultados	Presenta sus conclusiones, redacción adecuada y en base a sus objetivos y resultados	Presenta conclusiones, redacción con errores, en base a sus objetivos y resultados	Presenta conclusiones, redacción inadecuada en base a sus objetivos, pero no en sus resultados	Presenta sus conclusiones con redacción inadecuada sin base a sus objetivos y resultados
Fuentes de información( formato APA)	Las fuentes de información adecuadamente presentadas según formato APA	Las fuentes de información, con máximo dos errores según formato APA	Las fuentes de información presentan más de tres errores según formato APA	Las fuentes de información presentadas no cumplen formato APA	No presenta fuentes de información.
Participa en Trabajo de equipo, apoya en resolución de problemas capacidad de	Participa positivamente en trabajo de equipo, apoya en resolución de problemas, presenta capacidad de organización	Participa en Trabajo de equipo, apoya en resolución de problemas, no organiza adecuada	Participa en Trabajo de equipo, algunas veces apoya en resolución de problemas,	Algunas veces participa en Trabajo de equipo, no apoya en resolución de problemas,	No participa en trabajo de equipo, no apoya en resolución de problemas, no organiza adecuadamente

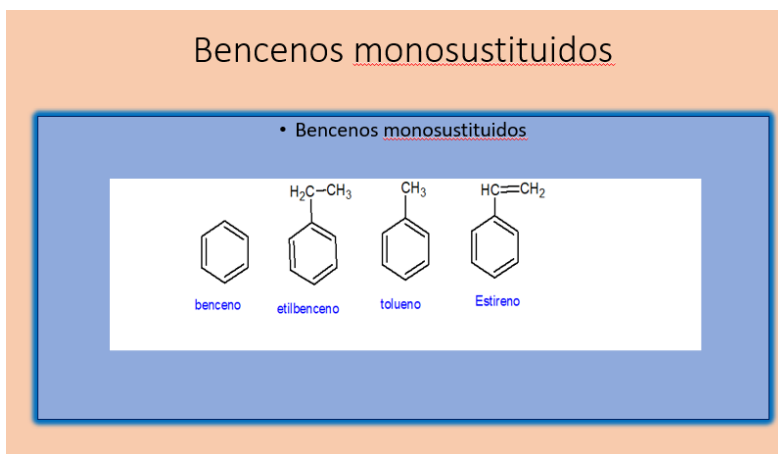
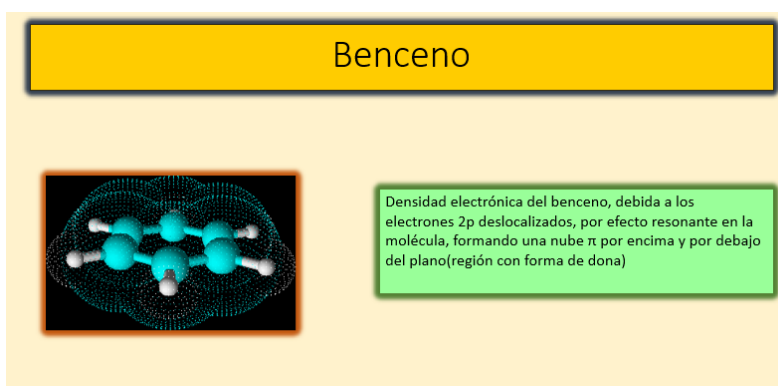
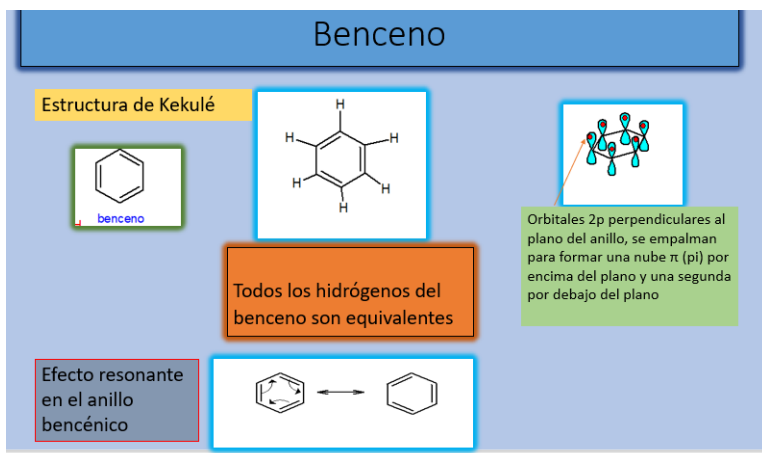
organizaci ón.		mente el trabajo con sus compañero s	no organiza adecuadame nte el trabajo con sus compañeros	no organiza adecuadame nte el trabajo con sus compañeros	nte el trabajo con sus compañeros
Total, Puntos	30	24	18	12	6

#### 4) Ejercicios Prácticos Propuestos Para Resolver por los Alumnos, Incluye Solución.

(Ver anexo 1)

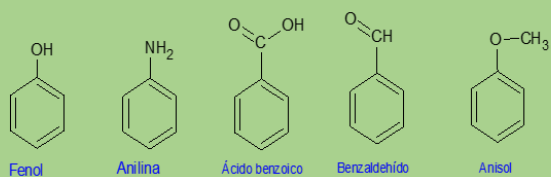
#### 5) Presentación: Hidrocarburos Aromáticos





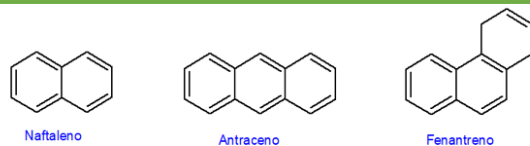
## Bencenos monosustituídos

Benceno con un sustituyente:

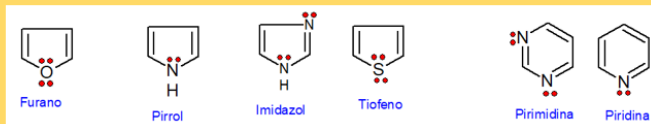


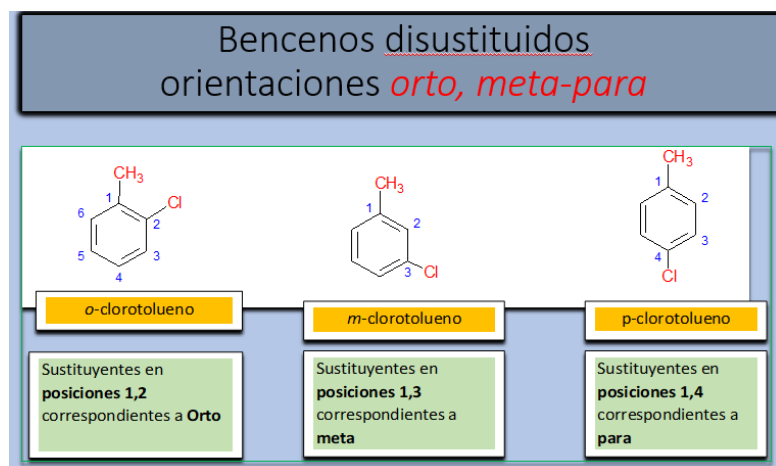
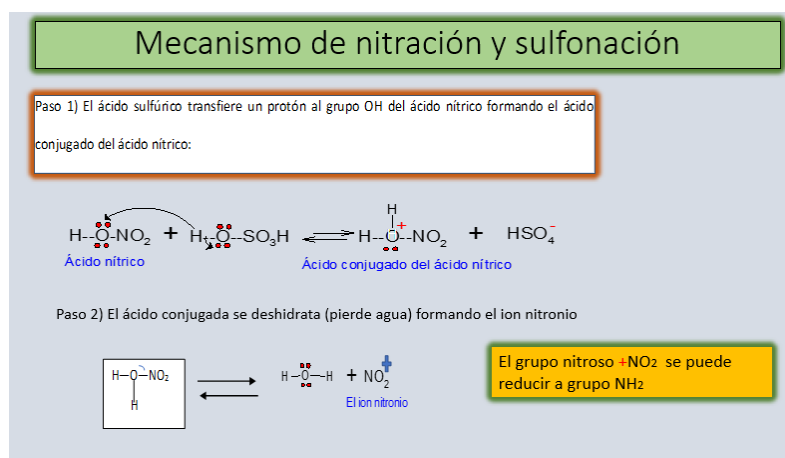
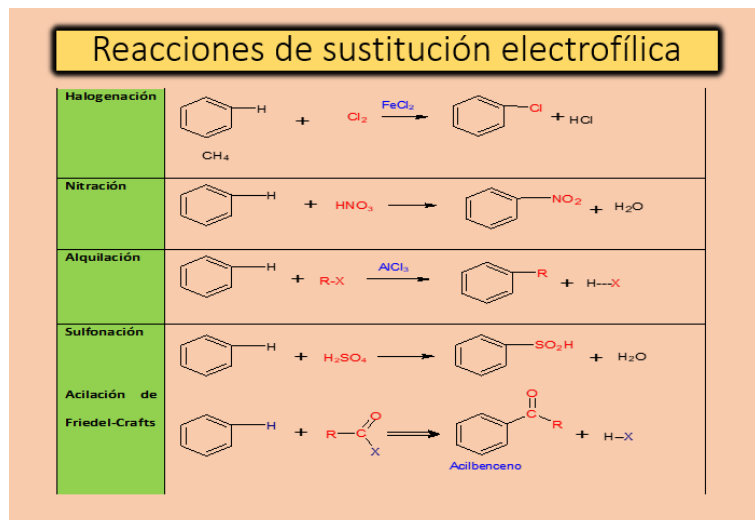
## Compuestos aromáticos de anillos fusionados

• Anillos fusionados



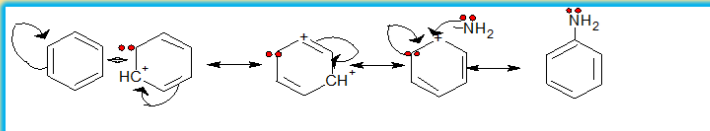
## Compuestos aromáticos con anillos de cinco y seis carbonos





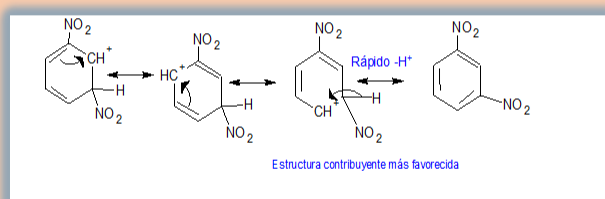
## Activadores y desactivadores del anillo aromático

Observaciones: Los grupos activadores del anillo aromático presentan un átomo con un par de electrones libres, por lo cual tenderá a estabilizar el carbocatión formado en el anillo bencénico, y orientan a posiciones **orto-para** la entrada de un segundo sustituyente.

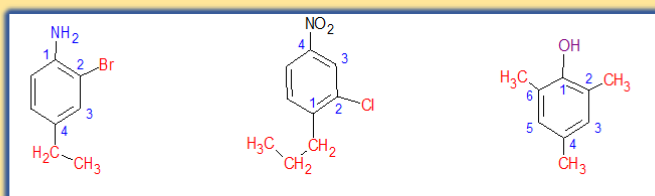


Los grupos desactivadores de anillo aromático presentan un átomo con una carga positiva- como los grupos carbonilo y nitroso- lo cual tenderá a estabilizar el anillo bencénico en posición **meta** para la entrada de un segundo sustituyente,

## Estabilización por efecto resonante



## Bencenos polisustituídos

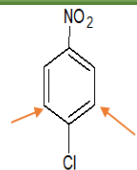


2-Bromo-4-etilanilina

2-cloro-1-propilnitrobenzénico

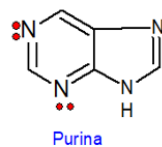
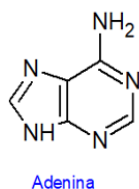
2,4,6-trimetilfenol

## Orientaciones en compuestos polisustituídos



La entrada de un tercer sustituyente será en las posiciones señaladas, *meta* por orientación del  $-NO_2$  y posición *orto* para la orientación del Cloruro  $-Cl$

## Compuestos aromáticos en el mundo biológico



Los compuestos aromáticos forman estructuras fundamentales (bases de ácidos nucleicos) para la construcción del ADN y ARN

## Tema 4. Grupos Funcionales

### 1) Secuencia Didáctica

La secuencia didáctica constituye las actividades de aprendizaje programadas con la finalidad que el alumno obtenga las competencias específicas y las competencias genéricas de la unidad, marcadas en el programa de la asignatura, ALF-1022, Química orgánica.

Las competencias específicas para desarrollar por el estudiante: “El estudiante identifica los principales grupos funcionales de compuestos orgánicos y las transformaciones que se producen en el procesamiento de los alimentos

Competencias genéricas: “Capacidad de organizar y planificar, capacidad de análisis y de síntesis, solución de problemas, trabajo en equipo, habilidad de investigación, aprendizaje autónomo”

Fase 1:

a) Introducción al tema: Emplearemos imágenes de alimentos, productos naturales y procesados, con preguntas insertadas



En los alimentos procesados se emplean conservadores, algunos son sales de ácidos carboxílicos, como el benzoato de sodio,

La imagen muestra varios saborizantes comerciales empleados en la preparación de alimentos ¿Qué ésteres son los responsables de impartir estos sabores?

Los ésteres son derivados de los ácidos carboxílicos.





¿Qué aditivos podría estar contenidos en los productos mostrados? ¿Qué grupos funcionales los representan?



b) Criterios de evaluación: La unidad se evaluará en base a los criterios siguientes:

Examen de conocimientos	40%
Tareas	30%
Práctica de laboratorio	20%
Participación en clases	10%
Total	100%

Fase 2. Desarrollo: Mediante la presentación en power point se facilita el aprendizaje de los conocimientos fundamentales del tema.

- Se realizarán las prácticas de laboratorio siguientes:
- Propiedades Químicas de los alcoholes
- Propiedades de compuestos carbonílicos: Aldehídos y cetonas
- La realización de prácticas en el laboratorio tienen como finalidad promover la capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica, como competencia genérica.
- Investigará bibliográfica y documentalmente los compuestos derivados de los alcoholes y los ácidos carboxílicos empleados en la industria alimentaria
- Construirá un mapa conceptual clasificando los diferentes tipos de alcoholes, compuestos carbonílicos, ácidos carboxílicos y sus derivados.
- Realizará ejercicios de nomenclatura, aplicando correctamente las reglas de la IUPAC y nomenclatura común.
- Realizará ejercicios de reacciones químicas característicos de halogenuros de alquilo, alcoholes, compuestos carbonílicos, ácidos carboxílicos y sus derivados.

Fase 3: En la fase de cierre se realizarán ejercicios de retroalimentación, reflexión y metacognición.

1.- ¿Comprendo la relación entre las estructuras y propiedades físicas de los alcoholes, aldehídos y cetonas, así como de los ácidos carboxílicos?

2.- ¿Identifico mediante su estructura los diferentes tipos de alcoholes?

3.- Identifico mediante sus estructuras los aldehídos y las cetonas?

4.- ¿Puedo identificar mediante sus estructuras los ácidos carboxílicos y sus derivados?

5.-¿Nombro correctamente las estructuras de alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y sus derivados, de acuerdo a las reglas de la IUPAC o nomenclatura común?

6 . ¿Puedo escribir y completar las reacciones típicas de los halogenuros de alquilo, alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y sus derivados?

## 2) Cuestionarios de evaluación. Herramienta tecnológica: Kahoot!



Los alcoholes terciarios que se oxidan:

Siguiente

Mostrar contenido

▲ No se oxidan ✓

◆ Aldehídos ✗

● Cetonas ✗

3/12 kahoot.it PIN de juego: 1950246

El compuesto con mayor punto de ebullición:

Siguiente

Mostrar contenido

Butanol ✗

◆ Ácido butanoico ✓

Butanal ✗

kahoot.it PIN de juego: 1950246

Cuál es el nombre común que recibe el etanal:

Sigui

Mostrar contenido

▲ Formaldehído ✗

◆ Acetona ✗

● Acetaldehído ✓

6/12 kahoot.it PIN de juego: 1950246

Las cetonas se reducen produciendo:

Siguiente

Mostrar contenido

Alcohol primario

Alcohol secundario

Alcohol terciario

7/12 kahoot.it PIN de juego: 1950246

Los reactivos de Grignard reaccionan con las cetonas para producir:

Siguiente

Mostrar contenido

Alcohol terciario

Alcohol primario

Alcohol secundario

8/12 kahoot.it PIN de juego: 1950246

Cuál es el ácido carboxílico que pertenece a los llamados ácidos grasos:

Siguiente

Mostrar contenido

Ácido acético

Ácido palmítico

Ácido propiónico

9/12 kahoot.it PIN de juego: 1950246

Nombre de la sal derivada de un ácido carboxílico empleada como conservador en salsas, aderezos, mermeladas:

Siguiente

Mostrar contenido

▲ Benzoato de sodio ✓

◆ Acetato de amonio ✗

● Propionato de potasio ✗

10/12 kahoot.it PIN de juego: 1950246

Ácido 2-hidroxiopropanoico es el nombre de la IUPAC para el ácido conocido como:

Siguiente

Mostrar contenido

▲ Ácido málico ✗

◆ Ácido láctico ✓

● Ácido tartárico ✗

11/12 kahoot.it PIN de juego: 1950246

El butanoato de etilo es un derivado de los ácidos carboxílicos, ¿con qué grupo funcional se identifica?

Siguiente

Mostrar contenido

▲ Halogenuro de acilo ✗

◆ Amidas ✗

● Ésteres ✓

12/12 kahoot.it PIN de juego: 1950246

## 3) Presentaciones. Herramienta tecnológica: Power Point

## Grupos funcionales



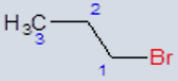
Tema 4



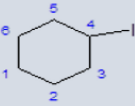
## Halogenuros de alquilo

Halogenuros de alquilo

$R-X$  donde X puede ser: Cl, Br, I

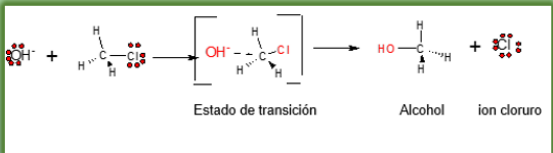


Bromuro de propilo



### Mecanismo de reacción SN2

Formación de un alcohol a partir de un halogenuro de alquilo

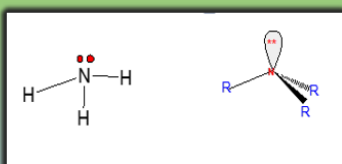


Estado de transición      Alcohol      ion cloruro

## Grupos nucleófilos

Eficacia como nucleófilo	Nucleófilos comunes y su eficacia relativa	
		Nucleófilo
+	Bueno	$\text{Br}^-$ , $\text{CH}_3\text{S}^-$ , $\text{RS}^-$ , $\text{HO}^-$ , $\text{CH}_3\text{O}^-$ , $\text{RO}^-$
	Moderado	$\text{CH}_3\text{COO}^-$ , $\text{RCOO}^-$ , $\text{CH}_3\text{SH}$ , $\text{RSH}$ , $\text{R}_2\text{S}$ $\text{NH}_3$ , $\text{RNH}_2$ , $\text{R}_2\text{NH}$ , $\text{R}_3\text{N}$
-	Malo	$\text{CH}_3\text{OH}$ , $\text{ROH}$ $\text{CH}_3\text{COOH}$ , $\text{RCOOH}$

## Aminas: estructura

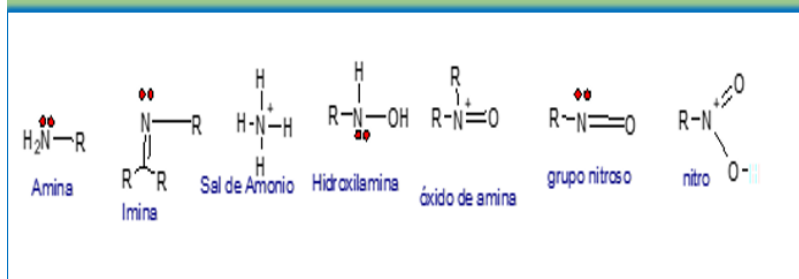


Las aminas son solubles en alcoholes y las aminas con bajo peso molecular (hasta seis átomos de carbono) son relativamente solubles en agua.

Compuesto	P. de eb. (°C)	Masa molecular	Solubilidad en agua
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	48	59	∞
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	97	60	∞
$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ dimetilamina	7	45	Muy soluble
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	78	46	∞



## Oxidación de aminas



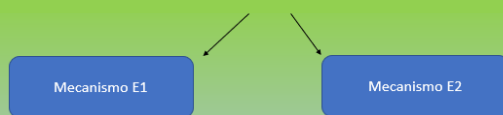
## Reacciones de sustitución nucleofílica

Reacción:  $\text{Nu}^- + \text{CH}_3\text{Cl} \longrightarrow \text{CH}_3\text{Nu} + \text{Cl}^-$

Nucleófilo	Producto	Producto que se forma
$\text{HO}^-$	$\text{CH}_3\text{OH}$	Alcohol
$\text{RO}^-$	$\text{CH}_3\text{OR}$	éter
$\text{HS}^-$	$\text{CH}_3\text{SH}$	Tiol (mercaptano)
$\text{RS}^-$	$\text{CH}_3\text{SR}$	Sulfuro (tioéter)
$\text{I}^-$	$\text{CH}_3\text{I}$	Yoduro de alquilo
$:\text{NH}_3$	$\text{CH}_3\text{NH}_3^+$	Ion alquilamonio
$\text{HOH}$	$\text{CH}_3\text{O}^+\text{H}_2$	Alcoholprotonado
$\text{CH}_3\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{O}^+\text{CH}_3$	Éter protonado

Tabla 1. Brown, W.H. (2007).

## Reacciones de Eliminación



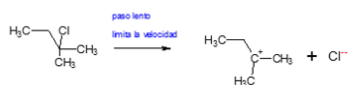
**E1** significa: E reacción de eliminación 1 indica que solo una molécula (el halogenuro de alquilo) limita la velocidad de la reacción.

**E2** significa E reacción de eliminación 2 indica que dos moléculas (halogenuro de alquilo y la base) determinarán la velocidad de la reacción

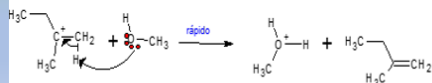
## Mecanismo E1

### Mecanismo E1 del 2-cloro-2-metilbutano

Paso 1: El rompimiento del enlace C—Cl formará un carbocatión terciario intermedio



Paso 2: Se transfiere un protón del carbocatión a la molécula de disolvente (Un alcohol) produciendo el alqueno.



## Clasificación de alcoholes

Clasificación de los alcoholes			
Alcoholes primarios	R-OH	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	Etanol
Alcoholes secundarios	R-CH-R OH	CH <sub>3</sub> -CH-CH <sub>3</sub> OH	2-propanol o Alcohol <del>secundario</del> <u>isopropílico</u>
Alcoholes terciarios	R-C-R OH	CH <sub>3</sub> H <sub>3</sub> C-C-CH <sub>3</sub> OH	2-metil-2-propanol o Alcohol <del>terciario</del> <u>terbutílico</u>

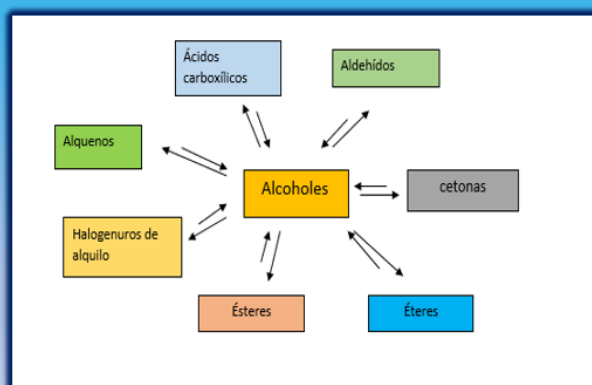
## Nomenclatura de alcoholes

Alcohol	Nomenclatura común	Nomenclatura IUPAC
$\text{CH}_3\text{OH}$	Alcohol metílico	Metanol
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	Alcohol etílico	Etanol
$\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_2\text{-CH}_3$	Alcohol <del>sec</del> butílico	2-butanol
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	Alcohol <del>ter</del> butílico	2-metil-2-propanol
$\text{CH}_2=\text{CH-OH}$	Alcohol vinílico	Eten-1-ol

## Glicoles

Alcohol	N. IUPAC	N. Común
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH}_2 \\   \quad   \\ \text{HO} \quad \text{OH} \end{array}$	1,2-etanodiol	Etilenglicol
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH-CH}_3 \\   \quad   \\ \text{HO} \quad \text{OH} \end{array}$	1,2-propanodiol	Propilenglicol
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH-CH}_2 \\   \quad   \quad   \\ \text{HO} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	1,2,3-propanotriol	Glicerol o glicerina

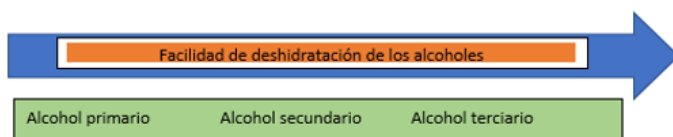
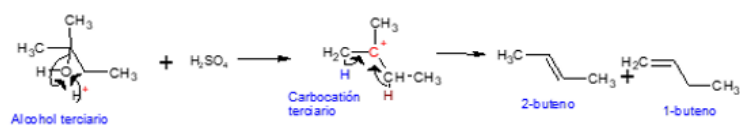
## Derivados de los alcoholes



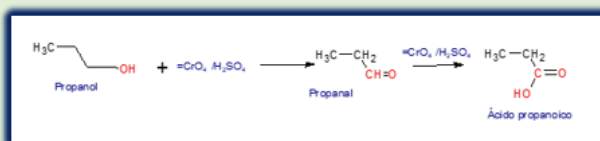
## Deshidratación de alcoholes

### 2) Deshidratación de alcoholes para formar alquenos

Los alcoholes se deshidratan en presencia de un ácido fuerte para generar un alqueno



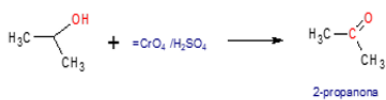
## Oxidación de alcoholes



Compuesto oxidable	Color con ácido crómico + $\text{=CrO}_4/\text{H}^+$	Color desarrollado después de la reacción	Producto
Alcohol primario	Color naranja		Ácido carboxílico
Alcohol secundario	Color naranja		cetona
Alcohol terciario	Color naranja	No hay cambio de coloración	N.R

## Oxidación de alcoholes secundarios

Los alcoholes secundarios se oxidan a cetonas:



La oxidación de alcoholes con ácido crómico constituye una prueba de identificación para alcoholes-primarios o secundarios- de los alcoholes terciarios.

## Obtención de alcoholes

A partir de:	Tipo de Reacción:	Producto:
A partir de halogenuros alquilo $R-CH_2-X$ $X = Cl, Br, I$	Sustitución Nucleofílica $R-CH_2-OH + NaX$	Primarios Secundarios Terciarios
Reducción de aldehídos y cetonas: 1) Hidrogenación catalítica $R-CH=O$ Nota: Reduce todos los grupos susceptibles a la reducción presentes	$R-CH=O + H_2 \xrightarrow{Pt} R-CH_2OH$ $R-C(=O)-R + H_2 \rightarrow R-C(OH)(R)-R$	Alcohol <b>primario</b> Alcohol <b>secundario</b>
2) Reducción de hidruro de Litio y Aluminio. Nota: No reducen los dobles enlaces <b>etilénicos</b>	$R-C(=O)-R + LiAlH_4 \xrightarrow{H_2O/H^+} R-C(OH)(R)-R$	Alcoholes primarios A. secundarios
Hidratación de alquenos	$R-CH=CH-R + H_2SO_4 \rightarrow R-CH(OH)-CH_2-R$	Alcoholes primarios A. secundarios A. terciarios

## Clasificación de aminas

Clasificación de las Aminas R-NH <sub>2</sub>		
Aminas primarias	Se reemplaza un hidrógeno del grupo amino por un grupo alquilo o arilo	$CH_3-NH_2$ <b>Metilamina</b>
Aminas secundarias	Se reemplazan dos hidrógenos del grupo amino por dos grupos alquilo o arilo	$CH_3-NH-CH_3$ Dimetilamina
Aminas terciarias	Se reemplazan tres hidrógenos del grupo amino por tres grupos alquilo o arilo	$CH_3-N(CH_3)_3$ <b>Trimetilamina</b>



## Aldehídos

Aldehído Nombre común o trivial	Estructura	Nombre IUPAC
<u>Formaldehído</u>	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	Metanal
Acetaldehído	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	Etanal
<u>Propionaldehído</u>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	Propanal
<u>Butiraldehído</u>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	<u>Butanal</u>
<u>Valeraldehído</u>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	<u>Pentanal</u>

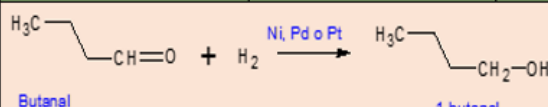
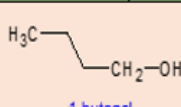
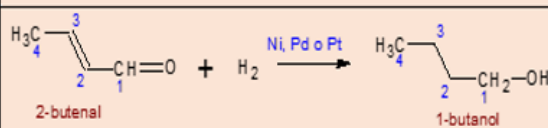
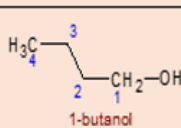
## Cetonas: Nomenclatura

Nombre común	Estructura de la cetona	Nombre IUPAC
<u>Dimetil cetona</u>	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	2-propanona
<u>Etil metil cetona</u>	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	2-butanona
<u>Etil vinil cetona</u>	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	1-penten-3-ona

## Prioridad de grupos funcionales

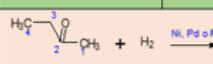
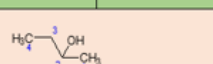
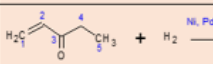
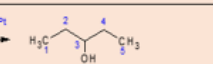
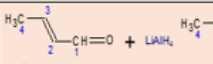

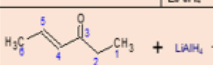
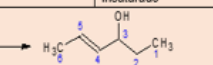
Prioridad de grupos funcionales, de mayor a menor prioridad			
	Grupo funcional	Sufijo empleado si es el grupo de mayor prioridad	Prefijo empleado si el grupo es de menor prioridad
	-COOH	Acido- <i>oico</i>	-----
	-COH	- <i>al</i>	-----
		- <i>ona</i>	<i>oxo</i>
	-OH	- <i>ol</i>	<i>hidroxi</i>
	-NH <sub>2</sub>	- <i>amina</i>	<i>amino</i>
	-SH	- <i>tiol</i>	<i>mercanto</i>

## Reacciones de los aldehídos

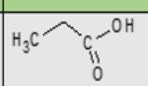
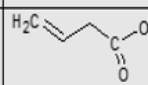
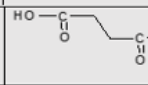
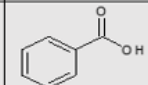
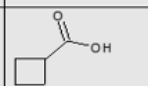
Grupo Carbonilo	Agente reductor	Producto
Aldehído	H <sub>2</sub> / Pd, Pt o Ni	Alcohol primario
 <p>Butanal</p>		 <p>1-butanol</p>
 <p>2-butenal</p>		 <p>1-butanol</p>



## Reacciones de las cetonas

Cetona	H <sub>2</sub> / Pd, Pt o Ni	Alcohol secundario
 2-butanona o buta-2-ona	$\xrightarrow{\text{Ni, Pd o Pt, H}_2}$	 2-butanol o buta-2-ol
 1-pentan-3-ona	$\xrightarrow{\text{Ni, Pd o Pt, H}_2}$	 3-pentanol
Aldehidos insaturados	Hidruro de Li y aluminio LiAlH <sub>4</sub>	Alcohol principal insaturado
 2-butenal	$\xrightarrow{\text{LiAlH}_4}$	 2-buten-1-ol
Cetonas insaturadas	Hidruro de Li y aluminio LiAlH <sub>4</sub>	Alcohol secundario insaturado
 4-hexen-3-ona	$\xrightarrow{\text{LiAlH}_4}$	 4-hexen-3-ol

## Ácidos carboxílicos: clasificación

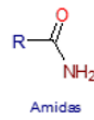
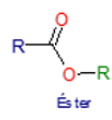
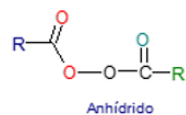
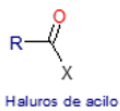
Clasificación ácido carboxílico	Estructura	Nomenclatura IUPAC.	Nombre común
Ácidos carboxílicos saturados		Propanoico	Ácido Propiónico
Ácidos carboxílicos insaturados		Ácido 3-butenico	_____
Ácidos dicarboxílicos		Ac. Butanodioico	Ácido succínico
Ácidos carboxílicos Aromáticos		Ácido benzoico	_____
Ácidos carboxílicos con estructura cíclica		Ácido <u>ciclobutanocarboxílico</u>	_____

## Nomenclatura de ácidos carboxílicos

Estructura	Nombre común	significado	Nombre IUPAC
$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	Acido fórmico	L. <i>formica</i> , hormiga	Acido metanoico
$\text{CH}_3\text{COOH}$	Acido acético	L. <i>acetum</i> , vinagre	Acido etanoico
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	Acido propiónico	Gr. <i>Proton</i> , <i>primero</i> -pion, grasa	Acido propanoico
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	Acido Butírico	L. <i>butyrum</i> , mantequilla	Acido butanoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	Acido valérico	De la raíz de valeriana	Acido pentanoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Acido cáprico	L. <i>capra</i> , cabra	Acido decanoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Acido láurico	L. <i>Laurus</i> , laurel	Ac. dodecanoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	Acido mirístico	Gr. <i>myristikos</i> , fragantes	Ac. tetradecanoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Acido palmítico	L. <i>palma</i> , palmera	Ac. hexadecanoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Acido esteárico	Gr. <i>Stear</i> , grasa sólida	Ac. octadecanoico
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	Acido araquínico	Gr. <i>arachis</i> , cacahuete	Ac. eicosanoico

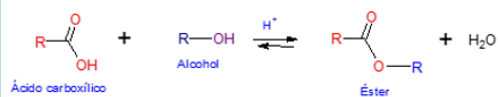
Tabla 2. Brown, W.H., (2007).

## Derivados de los ácidos carboxílicos

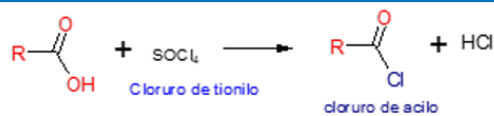


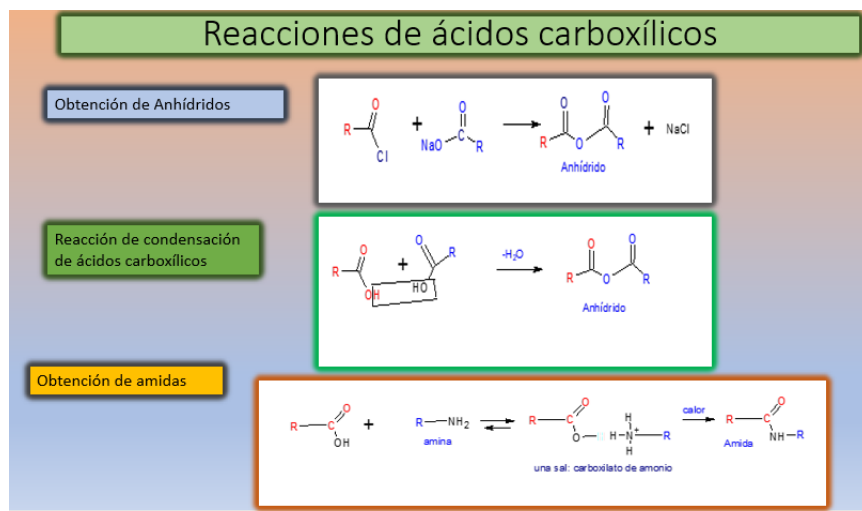
## Reacciones de los ácidos carboxílicos

Esterificación de Fischer



Obtención de halogenuros de acilo





4) Video: [Alcoholes - Video \(canva.com\)](https://www.canva.com/design/DAGlim7hNgl/zlcEVbqyFtJAJWd7X5r2Xw/edit?utm_content=DAGlim7hNgl&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton) Herramienta tecnológica: Canva

[https://www.canva.com/design/DAGlim7hNgl/zlcEVbqyFtJAJWd7X5r2Xw/edit?utm\\_content=DAGlim7hNgl&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link2&utm\\_source=sharebutton](https://www.canva.com/design/DAGlim7hNgl/zlcEVbqyFtJAJWd7X5r2Xw/edit?utm_content=DAGlim7hNgl&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton)

## Tema 5: Química Verde

### 1) Proyecto Integrador Con Relación de Competencias Con Rúbrica de Evaluación

El proyecto integrador propuesto tiene como finalidad promover la investigación, la capacidad de toma de decisiones, planificación del tiempo y el desarrollo del sentido crítico, con un carácter integrador y motivador.

Las competencias específicas para cubrir por la unidad: Comprende la aplicación de los compuestos orgánicos en diferentes procesos industriales para predecir los riesgos y beneficios de su uso en la industria y en el laboratorio, para promover su aplicación de una manera socialmente útil y responsable.

Competencias genéricas: Capacidad de organización y planificación, sensibilidad hacia temas medioambientales, capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)

**Planificación:** a) Se formarán grupos cooperativos de 4 integrantes, se asignará un alimento procesado como : Mole en pasta envasado, mermelada de fresas, aderezo vinagreta para ensaladas, atún en aceite enlatado- verduras en escabeche.

b) El equipo desarrollará una investigación bibliográfica relacionada con los principales compuestos orgánicos-los grupos funcionales estudiados- presentes en el producto alimenticio. Se considerarán los aditivos empleados en el procesamiento del alimento

c) Investigar bibliográficamente aquellas sustancias tóxicas que puedan estar presentes en el alimento de acuerdo a su origen, así como probables contaminantes no intencionales-solventes de extracción , metales pesados, productos de oxidación lipídica, pesticidas-.

Calendarización.

Primera evaluación	Segunda evaluación	Tercera evaluación
Investigación bibliográfica compuestos orgánicos-grupos funcionales en el producto, considerando aditivos empleados.  Entrega parcial del trabajo desarrollado en formato PDF, de acuerdo a la rúbrica de evaluación.	Sustancias tóxicas de acuerdo a su origen y contaminantes no intencionales.  Entrega parcial del trabajo desarrollado en formato PDF de acuerdo a la rúbrica de evaluación, presentación power point del avance desarrollado.	Contrastar los 12 principios de la química verde, los que aplicarían en el producto asignado.  Entrega parcial del trabajo desarrollado en formato PDF, de acuerdo a la rúbrica de evaluación  Presentación oral del trabajo final , presentación en power point o canvas.

**Desarrollo:** Realización de la investigación bibliográfica en equipos de trabajo cooperativo, integrando la información obtenida.

Acceder a la página siguiente:

<https://www.products.pcc.eu/es/blog/que-nos-enseñan-los-12-principios-de-la-química-verde/>

De los 12 principios de la Química verde, contrastar cuáles se adecuarían al producto procesado asignado y escribir sus conclusiones al respecto.

**Presentación:** Se realizarán dos presentaciones en power point o canvas, en el período de la segunda evaluación semestral y en la tercera o final.

**Producto final:** a) Documento en PDF conteniendo la investigación bibliográfica del trabajo desarrollado, realizado en Word.

b) Presentación final en power point o canvas del proyecto desarrollado.

#### **Rúbrica de evaluación.**

Rúbrica de evaluación de proyecto integrador: La rúbrica resalta el desempeño y promueve el desarrollo de competencias enmarcadas en la intención didáctica del programa de estudios vigente e indicadas en los criterios a evaluar, así como los cinco niveles de desempeño académico señalados en el manual de lineamientos académicos, anexo 1 del TecNM

Criterio	Excelente 20	Notable 18	Bueno 16	Suficiente 14	Insuficiente 12
Entrega en tiempo y forma(formato en arial 12, justificado, interlineado 1.5)	Entrega en tiempo y forma, cumpliendo con todos los criterios para el formato, tamaño y tipo de letra, interlineado, justificado	Entrega en tiempo, cumple dos criterios de formato	Entrega en tiempo, cumple un criterio de formato	No entrega en tiempo, cumple dos criterios de formato	No Entrega en tiempo, incumple los criterios de formato
Resultados	Emplea tablas, gráficas, fotos, videos para la presentación de sus resultados y la discusión de los mismos	Emplea tablas, gráficas, fotos, videos para la presentación de sus resultados sin la discusión de los mismos	Emplea solo tablas para la presentación de sus resultados sin la discusión de los mismos	Presenta fotografías como resultados, sin discusiones pertinentes	No Emplea tablas, gráficas, fotos, ni videos para la presentación de sus resultados y la discusión de los mismos
Conclusiones	Presenta sus conclusiones, redacción adecuada y en base a sus objetivos y resultados	Presenta sus conclusiones, redacción adecuada y en base a sus objetivos y resultados  Las fuentes de	Presenta conclusiones, redacción con errores, en base a sus objetivos y resultados	Presenta conclusiones, redacción inadecuada en base a sus objetivos, pero no en sus resultados	Presenta sus conclusiones con redacción inadecuada sin base a sus objetivos y resultados
Fuentes de información ( formato APA)	Las fuentes de información adecuadamente presentadas según formato APA	información, con máximo dos errores según formato APA	Las fuentes de información presentan más de tres errores según formato APA	Las fuentes de información presentadas no cumplen formato APA	No presenta fuentes de información.

Participa en Trabajo de equipo, apoya en resolución de problemas capacidad de organización y planificación	Participa positivamente en Trabajo de equipo, apoya en resolución de problemas, presenta capacidad de organización	Participa en Trabajo de equipo, apoya en resolución de problemas, no organiza adecuadamente el trabajo con sus compañeros	Participa en Trabajo de equipo, no apoya en resolución de problemas, no organiza adecuadamente el trabajo con sus compañeros	Algunas veces participa en Trabajo de equipo, no apoya en resolución de problemas, no organiza adecuadamente el trabajo con sus compañeros	No participa en trabajo de equipo, no apoya en resolución de problemas, no organiza adecuadamente el trabajo con sus compañeros
Total, Puntos	100	90	80	70	60

## 2) Cuestionario de Evaluación. Herramienta Tecnológica: Quizizz

Enlace : <https://quizizz.com/join?gc=82247566>

**Unidad 5** ● Ejecutándose Editar preguntas Editar ajustes

Comenzó : jun 16, 2024, 10:10 PM (hace unos segundos)

**Invitar a los participantes** Mostrar menos ^

📅 Fecha límite : jun 29, 2024, 10:15 PM ✎ Editar

**Invitar a través del código del juego**

Paso 1  
Usa cualquier dispositivo para abrir

Copiar

Paso 2  
Introduce código de unión

**Compartir via**

Google Classroom

Canvas

Schoolology

Microsoft Teams

Remind

Twitter

Las micotoxinas se consideran por su origen en tóxicos:

Naturales

Intencionales

No intencionales

El benzoato de sodio, es un aditivo clasificado como:

Saborizante

Conservador

Emulsificante

Tipo de polímeros que forman esteres o amidas:

Polímeros de adición

Polímeros de eliminación

Polímeros de condensación

Las micotoxinas son producidas por:

Bacterias

Virus

Mohos



El botulismo es una intoxicación causada por *C.botullinum* siendo de origen:

Viral

Bacteriano

Mohos

Previenen o retardan el deterioro en los alimentos causado por bacterias, mohos , o levaduras:

Antioxidantes

Conservadores

Emulsificante

Los residuos de plaguicidas encontrados en los alimentos, se consideran contaminantes:

No intencionales

Intencionales

Tóxicos naturales

Polímeros sintéticos

Cloruro de vinilo

Proteínas

Policloruro de vinilo

El glifosato empleado para el control de maleza en los cultivos, se considera como:

Herbicida

Plaguicida

Fungicida



Laura  
Martínez



Compuestos producidos por efecto de procesos térmicos en los alimentos:

Etanol

Furanos

Butano

Reacción con la cual se conoce el ennegrecimiento no enzimático en los alimentos:

Benedic

Fehling

Maillard



Laura  
Martínez



Durante los procesos de freído, se forman productos tóxicos, como los compuestos policíclicos aromáticos, esta reacción se conoce como:

Degradación lípida

Oscurecimiento  
enzimático

Oscurecimiento no  
enzimático



Laura  
Martínez



**QUIZZ** Hojas de trabajo

Unidad 5

Total de preguntas: 12

Tiempo de la hoja de trabajo: 60 minutos

Nombre del instructor: Laura Martínez

Nombre Clase Fecha 

- Polímeros sintéticos
  - Policloruro de vinilo
  - Cloruro de vinilo
  - Proteínas
- Tipo de polímeros que forman ésteres o amidas:
  - Polímeros de adición
  - Polímeros de condensación
  - Polímeros de eliminación
- Las micotoxinas se consideran por su origen en tóxicos:
  - No intencionales
  - Naturales
  - Intencionales
- El benzoato de sodio, es un aditivo clasificado como:
  - Conservador
  - Saborizante
  - Emulsificante
- Las micotoxinas son producidas por:
  - Bacterias
  - Mohos
  - Virus
- El botulismo es una intoxicación causada por *C. botulinum* siendo de origen:
  - Viral
  - Bacteriano
  - Mohos

7. Previenen o retardan el deterioro en los alimentos causado por bacterias, mohos , o levaduras:
- a) Conservadores
  - b) Antioxidantes
  - c) Emulsificante
8. Los residuos de plaguicidas encontrados en los alimentos, se consideran contaminantes:
- a) Intencionales
  - b) No intencionales
  - c) Tóxicos naturales
9. El glifosato empleado para el control de maleza en los cultivos, se considera como:
- a) Plaguicida
  - b) Herbicida
  - c) Fungicida
10. Compuestos producidos por efecto de procesos térmicos en los alimentos:
- a) Furanos
  - b) Butano
  - c) Etanol
11. Reacción con la cual se conoce el ennegrecimientos no enzimático en los alimentos:
- a) Benedic
  - b) Maillard
  - c) Fehling
12. Durante los procesos de freído, se forman productos tóxicos, como los compuestos policíclicos aromáticos, esta reacción se conoce como:
- a) Degradación lipídica
  - b) Oscurecimiento no enzimático
  - c) Oscurecimiento enzimático

## 3) Presentaciones. Herramienta tecnológica: Power Point

## Química Orgánica en la Industria

### Química Verde



Cloruro de vinilo, un monómero

## Polímeros sintéticos

- **Los polímeros** son moléculas grandes formadas por varias estructuras más pequeñas llamadas **monómeros**.

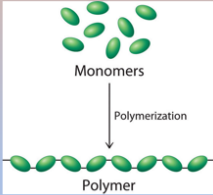


Imagen 1. IQR Ingeniería Química, (2020)

```

graph TD
    Polimeros[Polímeros] --> Naturales[Naturales]
    Polimeros --> Sinteticos[Sintéticos]
    Naturales --> Proteinas[Proteínas]
    Sinteticos --> PVC[PVC]
  
```

## Polímeros sintéticos

Polímeros

```





graph TD
    Polimeros[Polímeros] --> Sinteticos[Polímeros sintéticos]
    Sinteticos --> Adicion[Polímeros de adición]
    Sinteticos --> Condensacion[Polímeros de condensación]
    Adicion --> AdicionDesc[Adición de una molécula a una cadena de polímero en crecimiento]
    Condensacion --> CondensacionDesc["Condensación de dos moléculas, formando un enlace y la eliminación de otra pequeña molécula (generalmente agua) Formación de enlaces éster o amidas"]
  
```

## Propiedades térmicas de los polímeros sintéticos

- Polímeros de largas cadenas:

Temperatura:	Características del polímero
A bajas temperaturas:	Sólidos, inflexibles, se fracturan fácilmente
Temperaturas altas (por arriba de su temperatura de transición vítrea ( $T_v$ ))	Flexibles, moldeables. Se nombran <u>termoplásticos</u>
Temperaturas por arriba de su temperatura de fusión cristalina ( $T_f$ )	Viscosos, forman fibras
Polímeros de baja cristalinidad: Polímeros amorfos	Hules, gomosos hasta líquidos viscosos

## Algunos polímeros de adición de importancia industrial

importantes		
Polímero	Usos	Fórmula del monómero
Poliuretano	Botellas, bolsas, películas	$H_2C=CH_2$
Polipropileno	Plásticos, fibras sintéticas, olefinas	
Poliestireno	Plásticos, espuma aislante	
Policloruro de vinilo	Plástico, películas, tuberías de agua	
Poli tetrafluoroetileno	Recubrimientos de Teflón, plásticos PTFE	

## Tóxicos naturales en los alimentos



## Tóxicos naturales en alimentos

Tóxicos naturales presentes en los alimentos			Tóxicos naturales presentes en los alimentos	
			Otros alimentos:	Antivitaminas
Leguminosas	cereales	Bebidas estimulantes	Algodón (gossipol) Papa (solanina, chaconina) Camote (ipomeamaroma) Crucíferas, mostaza Pescados y mariscos: <b>Tetrodoxina</b> , <b>saxitoxinas</b> Quesos: Aminas biógenas Sorgo: Taninos Sasafrás: <b>safrol</b> Champiñones: mutágenos Cicadas: <b>cicacina</b>	Avidina <b>Tiaminasa</b> <b>Antivitamina K</b> <b>Lipoxidasa</b> <b>Antivitamina D</b> Tocoferol oxidasa <b>Antiniacina</b> <b>antipiridoxina</b>
Glucósidos cianogénicos	<b>Micotoxinas</b> <i>Aspergillus</i> <i>Penicillium</i> <i>Fusarium</i> <i>Claustrocium</i>	Proteínas, péptidos, aminoácidos		
Inhibidores enzimáticos	Cafeína Teobromina Alcohol	Toxina botulínica Toxina estafilococos Toxina <b>Cl. perfringens</b> <b>Falotoxina</b> Amatoxina <b>seletoaminoácidos</b>		
Fitohemaglutininas	Ácido fítico			
Saponinas	Inhibidores de amilasa			
<b>Favismo</b>				

Tablas: Valle,(1991)

"Las antivitaminas se definen como aquellos compuestos que disminuyen o anulan el efecto de una vitamina en una manera específica" (Valle V. Pedro. Toxicología de alimentos.(1991)

## Aditivos empleados en alimentos procesados

Tipos de aditivos		
Conservadores	Saborizantes	Nucleótidos
Colorantes	Edulcorantes	Carbohidratos: gomas, azúcares
Potenciadores	Vitaminas	Estabilizadores
Espesantes	Emulsificantes	Enzimas
Antioxidantes	Aminoácidos	Minerales

**Conservadores:** Previenen o retardan el deterioro causado a los alimentos por microorganismos-hongos, levaduras y bacterias-solubles en agua, estable, no acumulable en el medio ambiente.

Benzoatos,Parabenos

## Conservadores en alimentos procesados

Conservadores		
Tipo de conservador	Efecto	usos
Benzoatos	Inhiben crecimiento de microorganismos a pH entre 2.5 a 4.0	En alimentos ácidos como jugos, encurtidos, cerezas, margarinas, aderezos
Parabenos: <b>alquil ésteres del ácido para-hidroxibenzoico</b>	Acción antimicrobiana en amplios rangos de pH. Inhibidor del crecimiento de <i>Cl. botulinum</i> e inhibidor de su toxina	Refrescos, rellenos de pasteles, aderezos, ensaladas, jaleas con edulcorantes artificiales
Propionatos	Inhibidor de crecimiento de hongos, no recomendable para levaduras o bacterias.	Productos de panificación, quesos procesados y en alimento para ganado.
<b>Sorbatos.ácidos grasos monocarboxílicos</b> y sus sales de potasio	Inhiben el crecimiento de levaduras y hongos, pueden ser usados para controlar <i>Cl. botulinum</i> , <i>stafilococcus aureus</i> y salmonella	Queso cottage, panadería, bebidas, jarabes, jugos, vinos, jaleas, mermeladas, se emplea como conservador de ciruelas pasas, higos, aceituna, para conservación de la cosecha de cítricos, pimienta, apio, fresas, tortillas de maíz

## Tóxicos de origen microbiano

Microorganismos causantes de las enfermedades de origen microbiano y parasitario

Agente	Agente
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Saxitoxina</i>
<i>Salmonella entérica</i>	<i>Trichinella spiralis</i>
<i>Escherichia coli</i>	<i>Clostridium botulinum</i>
<i>Salmonella typhi</i>	<i>Ciguatoxina</i>
<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>

## Contaminantes no intencionales

Insecticidas	Herbicidas	Fungicidas
Organoclorados	Sulfitos: Glifosato	<i>Metoxiacrilatos</i>
Organofosforados	<i>Imidazolinonas</i>	Triazoles
Carbamatos	<i>Triazinas</i>	<i>Bencimidazoles</i>
Piretroides	Acetanilidas	Derivados del benceno
<i>Benzilureas</i>	<i>Benzonitrilo</i>	

## Productos de degradación lipídica

Hidrocarburos policíclicos aromáticos presentes en alimentos formados por degradación lipídica:  
Formados cuando las grasas se someten a altas temperaturas durante los procesos de freído

<i>Benzofluorantraceno</i>	<i>Pireno</i>
Benzopireno	Fenantreno
<i>Criseno</i>	<i>Pireno</i>
<i>Dibenzantraceno</i>	<i>Metil pireno</i>
	<i>Antrantreno (dibenzocriseno)</i>



## Metales pesados

**Arsénico (As)**: Constituyente natural de los suelos, rocas, agua, aire y en alimentos.

La forma orgánica del arsénico se producen cuando los iones As se combinan con carbono e hidrógeno, en esta forma ingresa en peces y mariscos.

El As se absorbe fácilmente a través del tracto digestivo, es un tóxico protoplásmico, se une a grupos sulfhidrilos, inhibiendo varias enzimas, como aquellas vinculadas con el metabolismo celular y las de la respiración.

Efectos en la salud: Crónicamente causa pérdida del apetito, problemas gastrointestinales, conjuntivitis, melanodermia.

**Plomo**: Procede de los procesos erosivos de la superficie terrestre, la industria de la fundición, fabricación de plásticos y fabricación de baterías.

Ingresa al organismo a través de la ingesta, inhalación, deglución. Puede ser transportado a través del sistema circulatorio al los demás órganos (Goyer Clarkson, 2001) Castro y Mendez, 2008)

El plomo puede acumularse principalmente en huesos y dientes, afectando al sistema gastrointestinal, neuro-muscular, renal y sanguíneo.

El *codex alimentario* reporta un máximo de tolerancia de 0.30 mg/Kg de peso fresco en músculo de peces para consumo humano, sin embargo, la European Food Safety Authority (EFSA) afirma que se han reportado efectos nocivos para la salud humana con concentraciones entre 0.002 - 0.007 mg/kg/día (Oliveira et al, 2007)

## Mercurio

**Mercurio (Hg)**: La forma más tóxica en que se presenta es como metilmercurio, en esta forma entra al organismo, para ser metabolizado intracelularmente, lo que impide eliminarlo con facilidad. El metilmercurio se absorbe en el placenta, siendo ingerido por peces, acumulándose en su tejido graso, El Hg tiene una vida media de 200 días en peces, acumulándose en la cadena alimenticia pudiendo acumularse a concentraciones mayores como aves marinas, ballenas y focas. (Valle P. Toxicología de Alimentos, 1991) El mercurio inorgánico es absorbido por contacto o absorción, se acumula en riñones, timo, cabello, hígado, e intestino delgado.

Sus formas orgánicas logran atravesar las barreras hematoencefálicas produciendo encefalopatías graves. El metilmercurio puede inducir una ruptura anormal de los cromosomas resultando en un cromosoma extra (Hodge, 1973 y Waldbott, 1973)

## Cadmio

### • Metales

**Cadmio**: La roca fosfórica con altas concentraciones del metal usado en la fabricación de fertilizantes, se considera la principal fuente de contaminación. Se ha podido identificar cadmio en moluscos, crustáceos, arroz y germen de trigo. El Cd es tóxico para todos los sistemas y funciones humanas o de animales. Se almacena en el hígado, riñón y pulmones, inhibiendo las enzimas con grupos sulfhidrido en el sitio activo. La ingesta prolongada de este metal altera el metabolismo del calcio, generando osteoporosis y atacando el esmalte de los dientes.

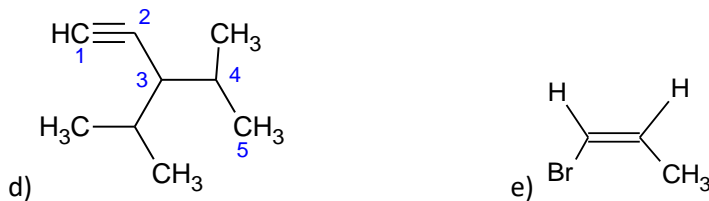
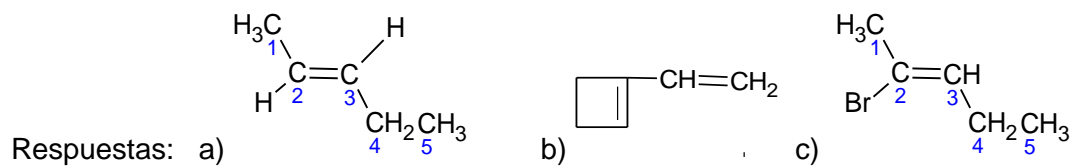
## Anexo 1

### Ejercicios Prácticos Propuestos Para Resolver por los Alumnos, Incluye Solución.

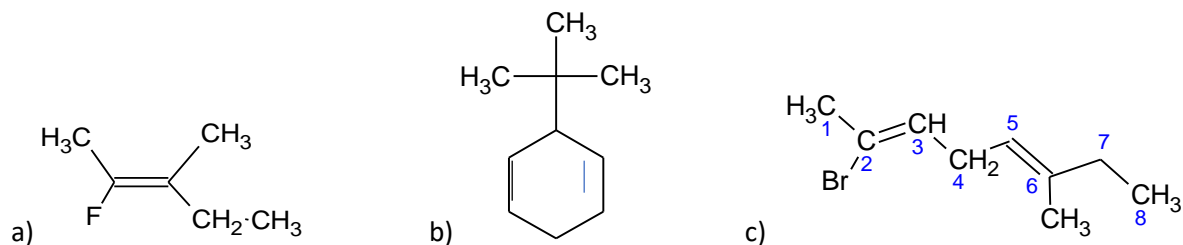
Hidrocarburos insaturados alquenos y alquinos

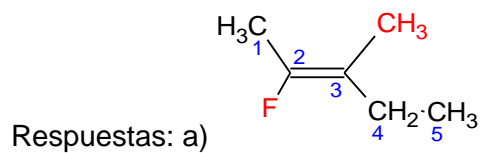
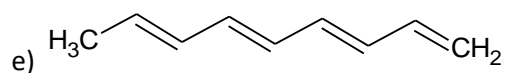
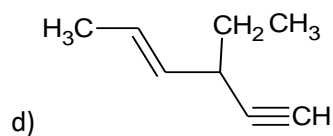
1.-Dibuje las fórmulas estructurales para los siguientes compuestos:

- a) *trans*-2-penteno    b) 3-vinilciclobut-1-eno    c) 2-bromo-2-penteno    d) 3-isopropil-4-metil-1-pentino    e) (Z)-1-bromopropeno

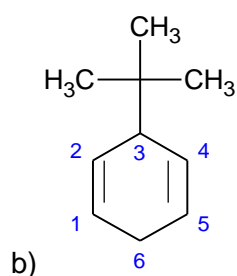


2.-Escriba el nombre de la IUPAC para los siguientes alquenos:

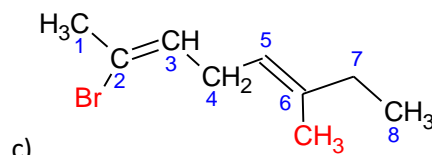




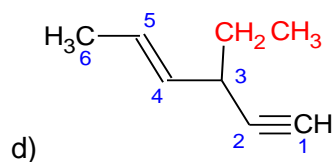
(Z)-2-fluor-3-metil-2-penteno



3-ter-butylciclohexa-  
1,4-dieno



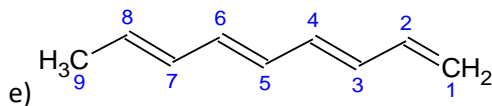
1-Bromo-6-metilocta-2,5-dieno



d)

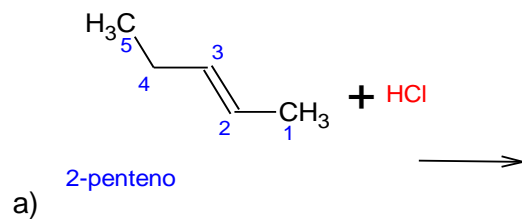
3-etilhex-4-en-1-ino

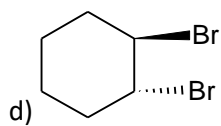
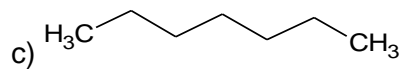
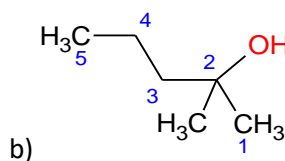
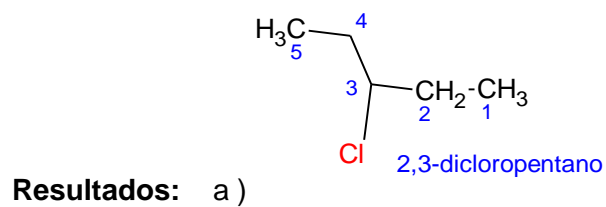
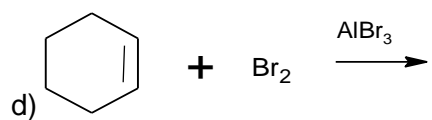
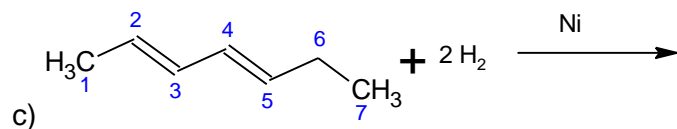
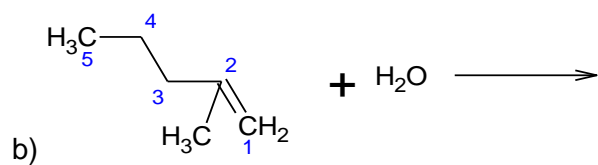
e)



Nona-1,3,5,7-tetraeno

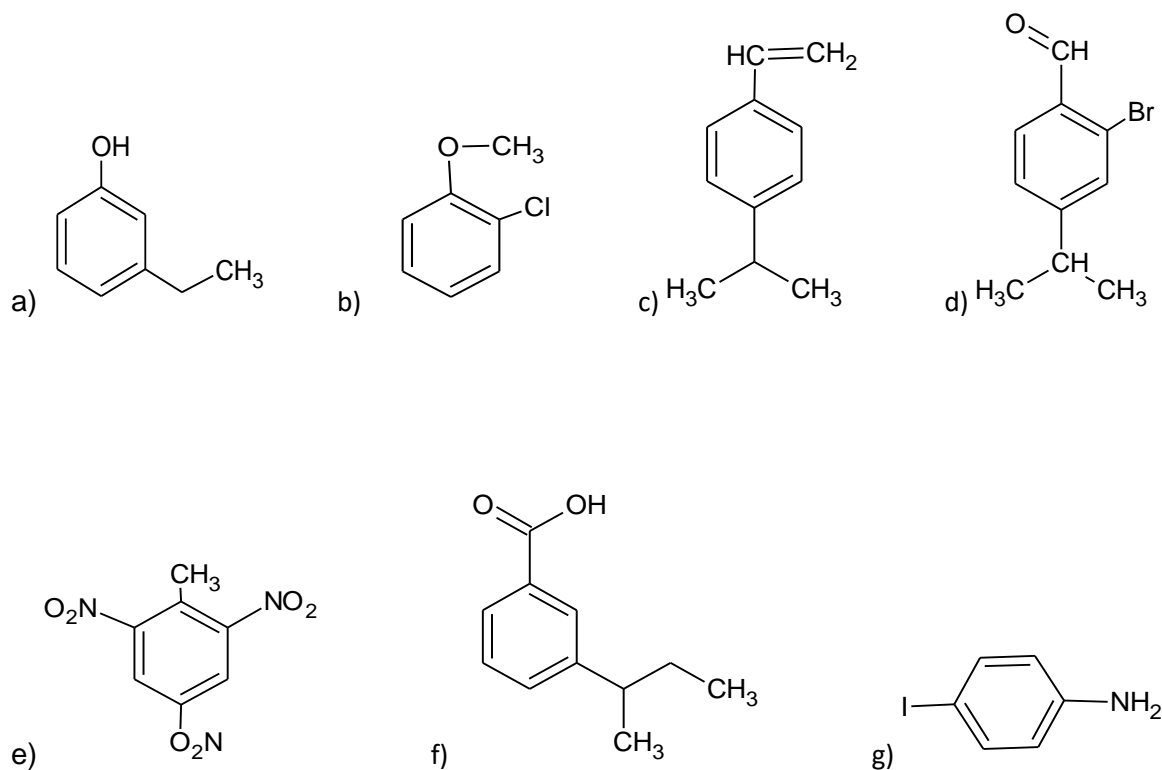
2.-Realice las reacciones de adición de los siguientes alquenos:





Hidrocarburos aromáticos

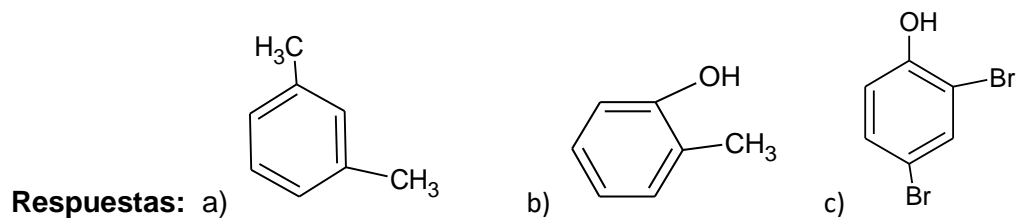
3.- Indique el nombre de los compuestos siguientes:

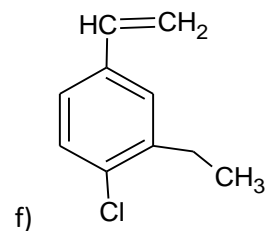
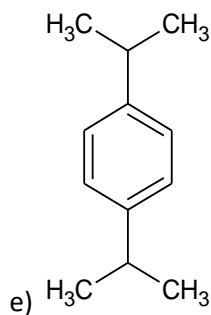
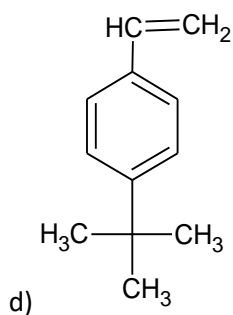


Respuestas: a) *m*-etilfenol b) *o*-cloroanisol c) *p*-isopropilestireno  
 d) 2-Bromo-4-secpropilbenzaldehído e) 2,4,6-trinitrotolueno (TNT)  
 f) Ácido *m*-secbutilbenzoico g) *p*-Yodoanilina

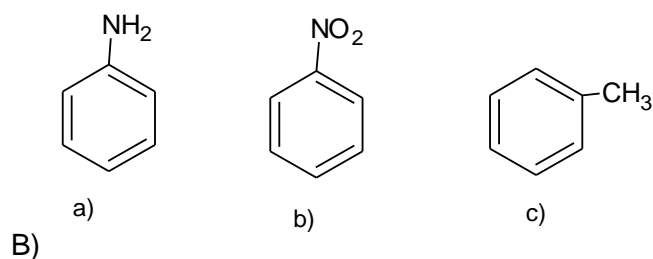
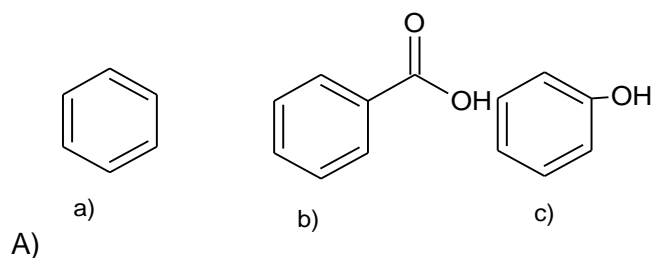
4.-Dibuje las estructuras correspondientes a los nombres indicados:

a) *m*-Xileno b) *o*-Cresol c) 2,4-dibromofenol d) *p*-terbutilestireno  
 e) *p*-diisopropilbenceno f) 4-cloro-3-etilestireno





5.-Ordene los compuestos de cada conjunto de mayor a menor reactividad frente a la sustitución electrofílica aromática:



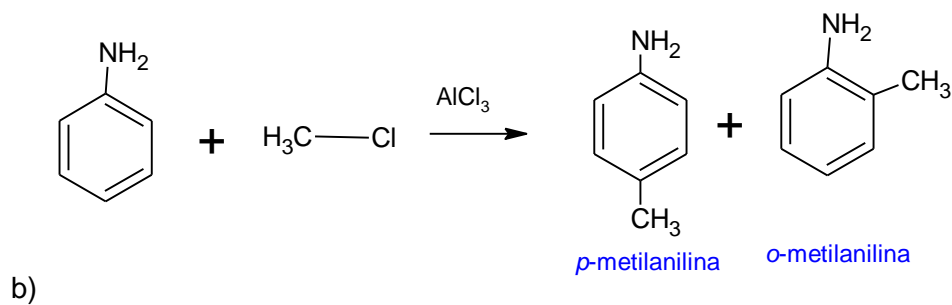
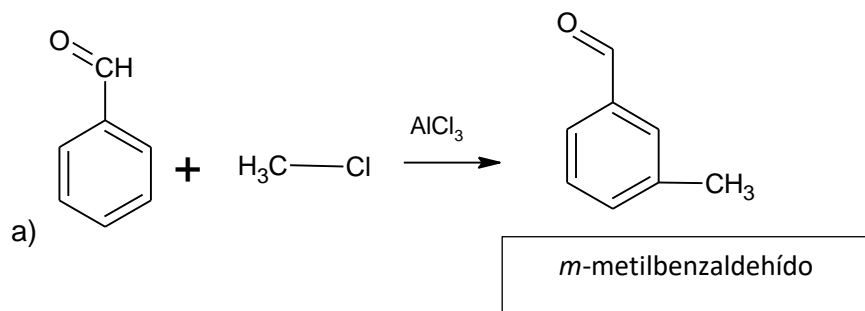
Respuestas: A) c) a) b)

B) a) c) b)

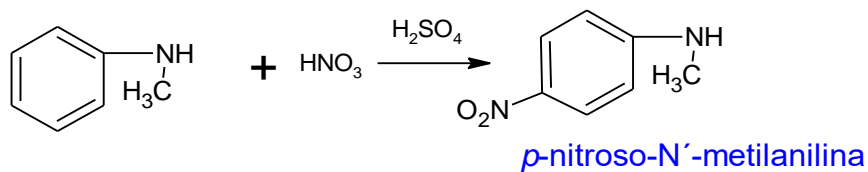
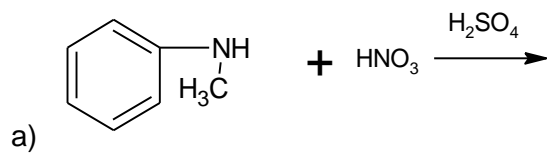
6.-Dibuje la fórmula estructural del producto principal obtenido al reaccionar el  $\text{CH}_3\text{-Cl}/\text{AlCl}_3$  con cada uno de los compuestos siguientes:

a) Benzaldehído    b) Anilina

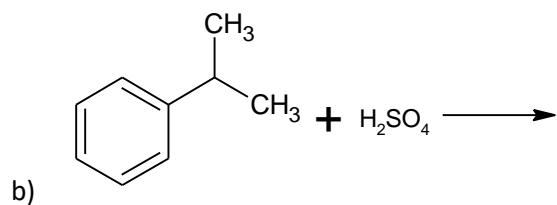
Respuesta:



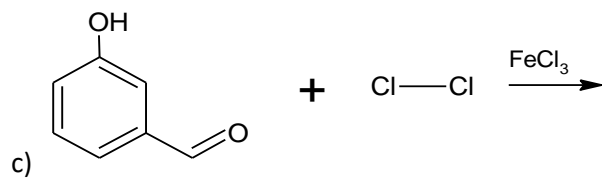
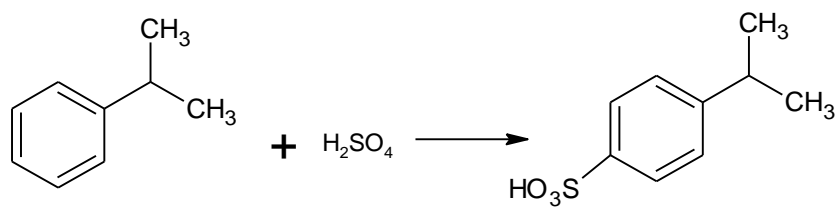
7.- Complete las reacciones siguientes, escribiendo la estructura y el nombre del producto principal:



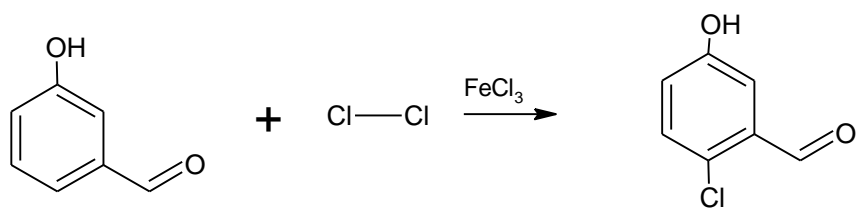
Resultado: a)



Respuesta:



Respuesta:



3-cloro-1-  
hidroxibenzaldehído



## REFERENCIAS

### TEMA 1

#### Imágenes

- 1.- Alquímica, (2016). TEORIAS PARA LA FORMACIÓN DE LOS ENLACES. <https://laquimicaylaciencia.blogspot.com/2016/11/teorias-para-la-formacion-de-los.html>
- 2.- Chemistry, (S.F.). Hybrid Atomic Orbitals. <https://courses.lumenlearning.com/suny-chemistryformajorsxmaster/chapter/hybrid-atomic-orbitals-2-formulas-missing/>
- 3.- Huesca F. (2022). Modelo realizado
- 4.- Manuel.A, (2012). Polarímetro. <https://avibert.blogspot.com/2012/04/polarimetro-partes-basicas-concepto-de.html>
- 5.- Kaidor,(2013). Polarimeter (Optical rotation).svg. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Polarimeter\\_\(Optical\\_rotation\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Polarimeter_(Optical_rotation).svg)

### TEMA 2

#### Imágenes

- 1.- Brown.W.H, (2012). Introducción a la QUÍMICA ORGANICA. Grupo Editorial Patria.
- 2.- Brown W. (2012). Introducción a la Química Orgánica. Grupo editorial Patria.pág.73
- 3.- Brown W. (2012). Introducción a la Química Orgánica. Grupo editorial Patria.pág.74
- 6.- Knott. T, (2009). [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Crude\\_Oil\\_Distillation-fr.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Crude_Oil_Distillation-fr.png)

### TEMA 3

#### Imágenes

- 7.- Alvarez Manzo. R, (2019). Alquenos. <https://es.slideshare.net/slideshow/alquenos-182664834/182664834>
- 8.- Potrillo Chávez. P. A, (2013). Alquinos guía. <https://es.slideshare.net/slideshow/alquinos-guia/27026883>
- 9.- Carey &Giuliano, (2014). Química orgánica. Mac Graw Hill.

## TEMA 4

### **Imágenes**

10.- [Brown W. \(2012\). Introducción a la Química Orgánica. Grupo editorial Patria. pág. 202](#)

11.- [Quintero.J. \(2023\). Reacciones de Oxidación I.   
 <https://es.slideshare.net/slideshow/reacciones-de-oxidacin-ipdf/259504591>](#)

### **Tablas**

4.- [Brown.W.H, \(2007\). Introducción a la QUIMICA ORGANICA. Grupo Editorial Patria.](#)

## TEMA 5

### **Tablas**

5.- [CONAHCYT, \(2024\). Presencia de plaguicidas en alimentos \(animal y vegetal\).   
 <https://conahcyt.mx/cibiogem/index.php/comunicacion/24-repositorios/999-presencia-de-plaguicidas-en-alimentos-animal-y-vegetal>](#)

6.- [Geanella Macias.A, \(2016\). Sustancias toxicas-de-origen-bacteriano-y-fúngico-en-los-alimentos.   
 <https://es.slideshare.net/slideshow/sustancias-toxicasdeorigenbacteriano-y-fngico-en-los-alimentos/57460130>](#)

7.- [Vargas Licona.S.P y Marrugo Nefrete.J.L, \(2024\). \*Acta biológica colombiana\*, ISSN 0120-548X, Vol. 24, N°. 2, 2019, págs. 232-24](#)

## PRESENTACIONES

### TEMA 1

### **Imágenes**

1.- [Rodríguez, \(2017\). El tipo de enlace carbono-carbono.](#)

<https://unisonqb.blogspot.com/2017/03/el-tipo-de-enlace-carbono-carbono.html>

2.- [Huesca F. \(2022\). Modelo realizado](#)

3.- [Huesca F. \(2022\). Modelo realizado](#)

4.- [Alquimica, \(2016\). TEORIAS PARA LA FORMACIÓN DE LOS ENLACES.](#)

<https://laquimicaylaciencia.blogspot.com/2016/11/teorias-para-la-formacion-de-los.html>

5.- [Ophardt, \(2003\). Virtual Chembook, Department of Chemistry, Elmhurst, IL., Elmhurst College.](#)

6.- [Huesca F. \(2022\). Modelo realizado](#)

- 7.- Ophardt, (2003). Virtual Chembook, Department of Chemistry, Elmhurst, IL., Elmhurst College.
- 8.- Paredes, (2011). Actividad óptica y quiralidad. <https://cluster-divulgacioncientifica.blogspot.com/2011/10/actividad-optica-y-quiralidad.html>
- 9.- Libretexts, (S.F). Moléculas quirales. [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic\\_Chemistry/Map:\\_Organic\\_Chemistry\\_\(Vollhardt\\_and\\_Schore\)/05.\\_Stereoisomers/5.1:\\_Chiral\\_Molecules](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Map:_Organic_Chemistry_(Vollhardt_and_Schore)/05._Stereoisomers/5.1:_Chiral_Molecules)
- 10.- Libretexts, (S.F). Moléculas quirales. [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic\\_Chemistry/Map:\\_Organic\\_Chemistry\\_\(Vollhardt\\_and\\_Schore\)/05.\\_Stereoisomers/5.1:\\_Chiral\\_Molecules](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Map:_Organic_Chemistry_(Vollhardt_and_Schore)/05._Stereoisomers/5.1:_Chiral_Molecules)
- 11.- Huesca F. (2022). Modelo realizado
- 12: Ciencia Cosmética, (2021). ENANTIOMEROS RS. <https://cienciaycosmetica.com/2019/08/26/tengo-que-usar-vitamina-c-todos-los-dias-que-ocurre-si-se-oxidapuedo-combinarla-con-otros-activos/enantiomeros-rs/>
- 13.- UNAM, (2022). Aminoácidos. [https://repositorio-uapa.cuaieed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/2563/mod\\_resource/content/1/UAPA-Aminoacidos/index.html](https://repositorio-uapa.cuaieed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/2563/mod_resource/content/1/UAPA-Aminoacidos/index.html)

## TEMA 2

### Imágenes

- 1.- Tucker y Hossler,(2008). New Flavors for Chicken. Oxmoor House.p. 159.

## TEMA 3

### Imágenes

- 1.- PNG ALL, (2017). Aceite Oliba. <https://www.pngall.com/olive-oil-png/>
- 2.- Alvarez Manzo. R, (2019). Alquenos. <https://es.slideshare.net/slideshow/alquenos-182664834/182664834>
- 3.- Potrillo Chávez. P. A, (2013). Alquinos guía. <https://es.slideshare.net/slideshow/alquinos-guia/27026883>

## TEMA 4

### Tablas

- 1.- Brown.W.H, (2012). Introducción a la QUIMICA ORGANICA. Grupo Editorial Patria.
- 2.- Brown.W.H, (20012). Introducción a la QUIMICA ORGANICA. Grupo Editorial Patria.

## TEMA 5

### Imágenes

1.- IQR Ingeniería Química, (2020). ¿Qué es la polimerización?.

<https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2020/11/que-es-la-polimerizacion.html>

### REFERENCIAS

#### DOCUMENTO

AESAN.(2023)Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Hidrocarburos

policíclicos HATs.

[https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/subdetalle/haps.htm](https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/haps.htm)

[Cáceres Murillo, \(2014\). Aplicaciones y usos de Aldehidos y Cetonas. Aplicaciones y usos de Aldehidos y Cetonas by Juan David Cáceres Murillo on Prezi](#)

Carey &Giuliano, (2014). Química orgánica. Mac Graw Hill.

Chichester, Lee, Dutson y Orcutt, (1984). TOXICOS GENERADOS DURANTE EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS UNAS.

[https://www.academia.edu/19328029/TOXICOS\\_GENERADOS\\_DURANTE\\_EL\\_PROCESAMIENTO\\_DE\\_ALIMENTOS\\_UNSA](https://www.academia.edu/19328029/TOXICOS_GENERADOS_DURANTE_EL_PROCESAMIENTO_DE_ALIMENTOS_UNSA)

[CONAHCYT, \(2024\). Presencia de plaguicidas en alimentos \(animal y vegetal\).](#)

<https://conahcyt.mx/cibiogem/index.php/comunicacion/24-repositorios/999-presencia-de-plaguicidas-en-alimentos-animal-y-vegetal>

[FAO/WHO.\(1995\). NORMA GENERAL PARA LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS. PDF.](#)

[https://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS\\_192s.pdf](https://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192s.pdf)

Ferrer, A. (2003). Intoxicación por metales. Anales del Sistema Sanitario de Navarra.

[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272003000200008&lng=es&tlng=es.](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272003000200008&lng=es&tlng=es)

Food Insight, (2021). ¿Qué es el Propilenglicol y Qué Hace En Nuestros Alimentos? .

<https://spanish.foodinsight.org/ingredientes-y-nutrimientos/que-es-el-propilenglicol-y-que-hace-en-nuestros-alimentos/>

Geanella Macias.A, (2016). Sustancias toxicas-de-origen-bacteriano-y-fúngico-en-los-alimentos.

<https://es.slideshare.net/slideshow/sustancias-toxicasdeorigenbacterianoyfngicoenlosalimentos/57460130>

IMSS, (S.F). RIESGOS DE LOS PLAGUICIDAS PARA LA SALUD. PDF.

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/26577/riesgosalud.pdf>

Instituto Nacional del Cáncer, (2024). radical libre.

<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/radical-libre>

[Nutrición, \(2012\). Aminas biogénicas en alimentos.](#)

[https://nutricionpersonalizada.blog/2012/07/13/aminas\\_biogenicas\\_alimentos/](https://nutricionpersonalizada.blog/2012/07/13/aminas_biogenicas_alimentos/)

Organización Mundial de la Salud, (2023). Residuos de plaguicidas en los alimentos.

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>

Química Moderna, (S.F.). Alcanos en la industria alimentaria: Un enfoque intrigante y persuasivo.

[https://quimicamoderna.net/quimica-organica/alcanos-industria-alimentaria-enfoque-intrigante-persuasivo/#google\\_vignett](https://quimicamoderna.net/quimica-organica/alcanos-industria-alimentaria-enfoque-intrigante-persuasivo/#google_vignett)

UNADM, (S.F). Microbiología y Toxicología de Alimentos. PDF.

[https://dmd.unadmexico.mx/contenidos/DCSBA/BLOQUE2/NA/04/NMTA/unidad\\_01/descargables/NMTA\\_U1\\_Contenido.pdf](https://dmd.unadmexico.mx/contenidos/DCSBA/BLOQUE2/NA/04/NMTA/unidad_01/descargables/NMTA_U1_Contenido.pdf)

[Wade,Jr,L.G. \(2011\). Química Orgánica Volumen 2. PEARSON EDUCACION.](#)

Witten-Davis-Peck & Standley. Química. (2015) CENGAGE Learning.

## PRESENTACIONES

Brown.W.H, (2012). Introducción a la QUIMICA ORGANICA. Grupo Editorial Patria.

[Carey.F.A Y Giuliano.R.M, \(2014\). Química Orgánica. Mc Graw Hill Education.](#)

Fernández.G,(2014). Nomenclatura en Química Orgánica. <https://www.quimicaorganica.net/>

[McMurry. J, \(2012\). Química Orgánica. Brooks/Cole,Eighth Edition.](#)



[Valle Vega.P, \(1991\). TOXICOLOGIA DE ALIMENTOS. Editorial ECO.](#)

[Wade,Jr,L.G. \(2011\). Química Orgánica Volumen 1.PEARSON EDUCACION.](#)

[Wade,Jr,L.G. \(2011\). Química Orgánica Volumen 2. PEARSON EDUCACION.](#)

## Anexo 2

## Instrumentación didáctica

 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<p>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias Rev. 4 Fecha: 19 de Septiembre 2018</p>	
---	---	---

Página 1 de 20



**Instrumentación didáctica para la formación y desarrollo de competencias**  
**Periodo Escolar ENERO-JUNIO/2023**

Nombre de la asignatura: **QUIMICA ORGANICA**  
Plan de Estudios:  
Clave de la asignatura: **ALF-1022**  
Horas teoría-Horas práctica-Créditos: **3-2-5**

**1. Caracterización de la asignatura**

El programa de la asignatura de Química Orgánica está diseñado para contribuir en el ejercicio profesional del Ingeniero en Industrias Alimentarias ya que se estudian las propiedades y comportamiento de los compuestos orgánicos, principales componentes de los alimentos. Su importancia radica en que proporciona las bases teóricas para establecer la relación estructura-función de los compuestos orgánicos, así como sus propiedades químicas y físicas, mecanismos de reacción, reactividad y su impacto ambiental.

Esta materia se relaciona con asignaturas posteriores de Ingeniería en Industrias Alimentarias, tales como bioquímica I para explicar la formación de moléculas poliméricas; bioquímica II para entender las diferencias funcionales entre biomoléculas; biotecnología para la identificación de metabolitos primarios y secundarios; así como su aplicación en las asignaturas de tecnologías de alimentos.

 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<p>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias Rev. 4 Fecha: 19 de Septiembre 2018</p>	
---	---	---

Página 2 de 20

**2. Intención didáctica**

El temario consta de cinco temas agrupando los contenidos conceptuales de la asignatura de la siguiente manera:

En el primer tema, se distingue a la interacción entre átomos y moléculas orgánicas para identificar las propiedades químicas y físicas de los compuestos orgánicos así como la aplicación de los compuestos orgánicos en diferentes procesos industriales.

Corresponde al segundo tema explicar las reacciones químicas e identificar los arreglos atómicos característicos de los. El tema tres distingue los tipos de reacciones y las condiciones en que se efectúan cada una de ellas así como conformaciones isoméricas de biomoléculas y las representa gráficamente mediante proyecciones de silla y bote.

El tema cuatro se encarga de identificar los principales grupos funcionales de compuestos orgánicos.

El tema cinco se enfoca en conocer los compuestos orgánicos de impacto en la industria de alimentos y en la vida cotidiana, así como las nuevas tendencias (Química verde) que permita el uso y la aplicación de dichas sustancias con sustentabilidad.

El docente de la asignatura de química orgánica debe poseer habilidad para ejemplificar aplicaciones de la química orgánica, lo cual facilitará al alumno la comprensión de los conceptos básicos y su aplicación para:

Nombrar y representar moléculas sencillas de acuerdo a las normas de la IUPAC.

Concebir las moléculas orgánicas como estructuras tridimensionales.

Identificar los centros reactivos existentes en una molécula orgánica.

Saber la importancia de las reacciones orgánicas en la industria Alimentaria.



El profesor de esta asignatura deberá generar actividades de aprendizaje que le permitan al estudiante

analizar, pensar, juzgar y transferir lo aprendido en las materias subsiguientes así como ponerlo en

práctica en los diferentes contextos de la industrialización de alimentos.

En el contexto de su formación profesional el alumno desarrolla las siguientes competencias:

capacidad de análisis y síntesis, capacidad de organización y planificación, resolución de problemas, toma de decisiones adecuadas, trabajo cooperativo, comunicación escrita, exposición y defensa oral en público, coordinación con sus compañeros, búsqueda bibliográfica, razonamiento crítico, aprendizaje autónomo, creatividad, sentido de responsabilidad social.

 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<p>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias Rev. 4 Fecha: 19 de Septiembre 2018</p>	 <p>Página 3 de 20</p>
---	---	---

### 3. Competencia de la asignatura

#### 3.1 Competencias previas



Aplica las bases teóricas que rigen la transformación de la materia, realiza balances estequiométricos. Determina orden y velocidades de reacción para su aplicación en los procesos de la industria alimentaria que involucren reacciones químicas. Comprende las reacciones químicas que rigen el metabolismo celular para relacionarlo con la industria alimentaria.

#### 3.2 Competencias genéricas

Unidad 1. Capacidad de análisis y síntesis, Capacidad de organizar y planificar, Habilidad para buscar información proveniente de fuentes diversas Trabajo en equipo, aprendizaje autónomo. Unidad 2. Capacidad de organizar y planificar Comunicación oral y escrita Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Unidad 3. Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de organizar y planificar. Trabajo en equipo. Habilidad de investigación. Aprendizaje autónomo. Unidad 4. Capacidad de análisis y síntesis. Fomentar actividades grupales. Trabajo en equipo. Unidad 5. Capacidad de organización y planificación. Sensibilidad hacia temas medioambientales. ? Capacidad de generar nuevas ideas. (creatividad). ? Habilidad para trabajar en forma autónoma.

#### 3.3 Competencias específicas de la asignatura

Identifica la estructura de los compuestos orgánicos y las características importantes relativas a sus propiedades físicas, químicas y reactividad para comprender las implicaciones de determinados tratamientos aplicados a la transformación de alimentos y productos relacionados.



 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<p>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias Rev. 4 Fecha: 19 de Septiembre 2018</p>	 <p>Página 4 de 20</p>
---	---	---

### 4. Análisis por competencias específicas

Competencia No.: 1 Fundamentos de Química Orgánica y Estereoisomería

Descripción Distingue la interacción entre átomos y moléculas para identificar los arreglos atómicos y conformaciones isoméricas de compuestos orgánicos y representarlas gráficamente mediante proyecciones de silla y bote, que permitan reconocer la diversidad de compuestos orgánicos implicados en los alimentos y procesos de la industria alimentaria.

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica	Actividades de aprendizaje	Actividades de enseñanza	Desarrollo de competencias genéricas	Horas teórico - prácticas
1.1 Concepto de Química Orgánica 1.1.1 El átomo de carbono, hibridación y los orbitales moleculares. 1.2 Estructura y enlace en las moléculas orgánicas 1.2.1 Introducción a la estereoisomería 1.2.2 Quiralidad, origen de la quiralidad en los compuestos orgánicos 1.3 Geometría molecular 1.3.1 Conectividad, disposición geométrica y representación estructural de fórmulas 1.3.2 Configuración absoluta 1.3.3 Determinación de la configuración absoluta en compuestos quirales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborar ejercicios de los tipos de hibridación.</li> <li>- Diseñar de acuerdo a su creatividad el modelo atómico del carbono, exponiendo su estado base</li> <li>- Prepara láminas con la formación de compuestos orgánicos con enlace simple</li> <li>- Explicar en clase</li> <li>- Ejemplificar, con materiales diversos, los tipos de isomerización. Por medio de una exposición en equipo dar a conocer su propuesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.</li> <li>? Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de contenidos de la asignatura.</li> <li>? Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación</li> <li>? Intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.</li> <li>Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.</li> <li>? Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>- Capacidad para organizar y planificar el tiempo</li> <li>- Capacidad de investigación</li> <li>- Habilidades para buscar, procesar y analizar información de procedente de fuentes diversas</li> </ul>	8-2

 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<b>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias</b> <b>Rev. 4</b> <b>Fecha: 19 de Septiembre 2018</b>	
---	---	---



Página 5 de 20

1.3.4. Proyecciones de Fischer 1.3.5. Sistema de nomenclatura D, L 1.3.6. Sistema de nomenclatura R, S 1.3.7. Correlación de la configuración absoluta 1.4 Actividad óptica		contenidos de la asignatura. ¿Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes. gráficamente mediante proyecciones de silla y bote, que permitan reconocer la diversidad de compuestos orgánicos		
---	--	---	--	--

Indicadores de alcance	Valor del indicador
a) Se adapta a situaciones y contextos complejos.	10
b) Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.	20
c) Propone y/o explica soluciones o procedimientos no vistos en clase (creatividad).	20
d) Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico.	20
e) Incorpora conocimientos y actividades multidisciplinarias en su aprendizaje.	10
f) Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.	20

## Niveles de desempeño

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
	Excelente	Cumple en su totalidad con los indicadores de alcance de forma excelente.	95 - 100
	Notable	Cumple con 5 de los indicadores definidos en desempeño excelente.	85 - 94
	Bueno	Cumple con 4 de los indicadores definidos en desempeño excelente.	75 - 84
	Suficiente	Cumple con 3 de los indicadores definidos en desempeño	70 - 74

 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<b>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias</b> <b>Rev. 4</b> <b>Fecha: 19 de Septiembre 2018</b>	
--	---	--



Página 6 de 20

	insuficiente	excelente. No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos.	NA (no alcanzada)
--	--------------	--	-------------------

## Matriz de evaluación

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance						Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	E	F	
Examen de conocimientos	40				X		X	Lista de Cotejo
Participación en clases	30	X						Guía de Observación
Tareas	30		X				X	Guía de Observación
Prácticas de laboratorio	20			X				Rubrica
	<b>Total</b>	10	20	20	20	10	20	





 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<p>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias Rev. 4 Fecha: 19 de Septiembre 2018</p>	
---	---	---

Página 7 de 20

**Competencia No. 2 Reacciones orgánicas e Hidrocarburos saturados**

**Descripción** Identifica los tipos de reacciones y reglas de nomenclatura de los hidrocarburos alifáticos, para reconocer los compuestos orgánicos principales utilizados en la industria de los alimentos.

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica	Actividades de aprendizaje	Actividades de enseñanza	Desarrollo de competencias genéricas	Horas teórico - prácticas
2.1 Las reacciones orgánicas. 2.1.1 Concepto de reacción química. 2.1.2 Definición de sustrato, reactivo y producto 2.1.3 Concepto de velocidad de reacción 2.1.4 Tipo de rupturas de enlace (Homolíticas y Heterolíticas) 2.2.5 Mecanismos de reacción. Concepto. Notaciones. 2.2.6 Tipos de reacción: sustitución, adición, eliminación, transposición, óxidoreducción. 2.2 Alcanos y cicloalcanos 2.2.1 Clasificación, nomenclatura y propiedades 2.2.2 Hidrocarburos saturados como	- Demostrar mediante ejercicios los tipos de reacciones en compuestos orgánicos. - Elaborar un cuadro comparativo, para demostrar los arreglos de nomenclatura de los primeros diez alcanos. - Investigar sobre los métodos de obtención y usos de los alcanos, elaborar una síntesis.	Complementos educacionales Secuencias didácticas cuestionario de evaluación empleando Quizizz Presentaciones en Power point	- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis - Capacidad para organizar y planificar el tiempo - Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión - Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente - Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas - Capacidad crítica y autocrítica - Capacidad creativa	11-4

 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<p>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias Rev. 4 Fecha: 19 de Septiembre 2018</p>	
--	---	--

Página 8 de 20

compuestos inertes: halogenación y combustión. 2.2.3 Métodos de obtención, usos y aplicaciones en alimentos.				
---	--	--	--	--



Indicadores de alcance	Valor del indicador
a) Se adapta a situaciones y contextos complejos.	10
b) Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.	20
c) Propone y/o explica soluciones o procedimientos no vistos en clase (creatividad).	20
d) Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico.	20
e) Incorpora conocimientos y actividades multidisciplinarias en su aprendizaje.	10
f) Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.	20

**Niveles de desempeño**



Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
	Excelente	Cumple en su totalidad con los indicadores de alcance de forma excelente.	95 - 100
	Notable	Cumple con 5 de los indicadores definidos en desempeño excelente.	85 - 94
	Buena	Cumple con 4 de los indicadores definidos en desempeño excelente.	75 - 84
	Suficiente	Cumple con 3 de los indicadores definidos en desempeño excelente.	70 - 74
	Insuficiente	No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos.	NA (no alcanzada)

**Matriz de evaluación**

Indicador de alcance	



 <b>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO</b> Instituto Tecnológico de Boca del Río	<b>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias</b> <b>Rev. 4</b> <b>Fecha: 19 de Septiembre 2018</b>	
Página 9 de 20		

Evidencia de aprendizaje	%	A	B	C	D	E	F	Evaluación formativa de la competencia
		10	20	20	20	10	20	
Examen de conocimientos	40		X	X				Lista de Cotejo
Participación en clases	10	X						Guía de Observación
Tareas	30				X	X		Guía de Observación
Prácticas de laboratorio	20						X	Rubrica
<b>Total</b>		10	20	20	20	10	20	

 <b>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO</b> Instituto Tecnológico de Boca del Río	<b>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias</b> <b>Rev. 4</b> <b>Fecha: 19 de Septiembre 2018</b>	
Página 10 de 20		

**Competencia No. 3** Hidrocarburos insaturados y aromáticos  
**Descripción** Identifica los diferentes grupos de alquenos, alquinos y benceno, utilizados en los procesos de la industria alimentaria.

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica	Actividades de aprendizaje	Actividades de enseñanza	Desarrollo de competencias genéricas	Horas teórico - prácticas
3.1 Hidrocarburos insaturados (alquenos y alquinos). 3.1.1 Clasificación, nomenclatura y propiedades. 3.1.2 Isomería y estabilidad de alquenos. 3.1.3. Reacciones de Adición electrofílica. Reactividad vía radicales libres. Reacciones de oxidación. 3.1.4 Métodos de obtención, usos y aplicaciones en alimentos. 3.2 Hidrocarburos aromáticos. 3.2.1 Aromaticidad y reglas de aromaticidad 3.2.2 Reacciones de sustitución aromática electrófila en benceno y bencenos sustituidos: mecanismo, reactividad y	- Elaborar un cuadro sinóptico con los principales alquenos y alquinos utilizados en la industria alimentaria - Investigar sobre los usos y aplicaciones de los diferentes grupos del benceno - Resolver ejercicios de nomenclatura	Los complementos educativos que se emplearán: Secuencias didácticas, aprendizaje basado en problemas y presentaciones. Las herramientas tecnológicas Power point, Chem Sketch	- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica - Capacidad para organizar y planificar el tiempo - Capacidad de comunicación oral y escrita - Capacidad de investigación - Capacidad crítica y autocrítica - Capacidad de trabajo en equipo	11-4

 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<p>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias Rev. 4 Fecha: 19 de Septiembre 2018</p>	
---	---	---

Página 11 de 20

orientación. Hidrocarburos arom? 3.2.3 Métodos de obtención, usos y aplicaciones en alimentos.				
--	--	--	--	--



Indicadores de alcance	Valor del indicador
a) Se adapta a situaciones y contextos complejos.	10
b) Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.	20
c) Propone y/o explica soluciones o procedimientos no vistos en clase (creatividad).	20
d) Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico.	20
e) Incorpora conocimientos y actividades multidisciplinarias en su aprendizaje.	10
f) Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.	20

## Niveles de desempeño

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
	Excelente	Cumple en su totalidad con los indicadores de alcance de forma excelente.	95 - 100
	Notable	Cumple con 5 de los indicadores definidos en desempeño excelente.	85 - 94
	Bueno	Cumple con 4 de los indicadores definidos en desempeño excelente.	75 - 84
	Suficiente	Cumple con 3 de los indicadores definidos en desempeño excelente.	70 - 74
	Insuficiente	No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos.	NA (no alcanzada)



## Matriz de evaluación

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance						Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	E	F	

 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<p>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias Rev. 4 Fecha: 19 de Septiembre 2018</p>	
---	---	---

Página 12 de 20

		10	20	20	20	10	20	
Examen de conocimientos	30	X	X					Lista de Cotejo
Tareas	30				X	X		Guía de Observación
Investigación	20			X				Rubrica
Prácticas de laboratorio	20						X	Rubrica
Total	100	10	20	20	20	10	20	



 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<p>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias Rev. 4 Fecha: 19 de Septiembre 2018</p>	
---	---	---

Página 13 de 20

**Competencia No. 4 Grupos funcionales**



**Descripción** Identifica los principales grupos funcionales de compuestos orgánicos y las transformaciones que se producen en el procesamiento de los alimentos.

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica	Actividades de aprendizaje	Actividades de enseñanza	Desarrollo de competencias genéricas	Horas teórico-prácticas
4.1 Halogenuros de alquilo. 4.1.1 Clasificación, nomenclatura y propiedades. 4.2 Reacciones de sustitución nucleófila y mecanismo y estereoquímica. 4.3 Reacciones de eliminación: mecanismo, estereoquímica y orientación 4.4 Métodos de obtención, usos y aplicaciones en alimentos. 4.5 Alcoholes, éteres y fenoles. 4.5.1 Clasificación, nomenclatura y propiedades. 4.5.2 Acidez de los alcoholes y fenoles. 4.5.3 Reacciones que implican la ruptura del enlace C-OH. 4.5.4 Ruptura del enlace	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buscar información sobre los usos y aplicaciones de los diferentes grupos funcionales.</li> <li>- Realizar un cuadro sinóptico con los principales grupos funcionales, sus propiedades y reacciones y usos en alimentos.</li> <li>- Realizar prácticas y entrega reporte</li> </ul>	Los complementos educativos planeados para Promover las competencias de la unidad: Secuencias didácticas, cuestionarios de evaluación, presentaciones como herramienta tecnológica Kahoot it, Power point, Chem Sketch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>- Capacidad para organizar y planificar el tiempo</li> <li>- Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión</li> <li>- Capacidad de investigación</li> <li>- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas</li> </ul>	24-6

 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<p>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias Rev. 4 Fecha: 19 de Septiembre 2018</p>	
--	---	--

Página 14 de 20

O-H: formación de alcóxidos, éteres y ésteres. 4.5.5 Ruptura del enlace R-O-R. 4.5.6 Oxidación de alcoholes. 4.5.7 Métodos de obtención y aplicaciones en la industria de los alimentos 4.6 Compuestos orgánicos nitrogenados 4.6.1 Clasificación, nomenclatura y propiedades de las aminas 4.6.2 Reacciones de aminas: N-alquilación, formación de amidas, oxidación 4.6.3 Usos y aplicaciones en alimentos 4.7 Aldehídos y cetonas. 4.7.1 Clasificación, nomenclatura y propiedades 4.7.2 Reacciones de adición nucleofílica. 4.7.3 Adición de reactivos de Grignard. 4.7.4 Oxidación y reducción 4.7.5 Preparación de aldehídos y cetonas				
---	--	--	--	--



 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<p>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias Rev. 4 Fecha: 19 de Septiembre 2018</p>	 <p>Página 15 de 20</p>
---	---	--

<p>4.7.6 Aplicaciones Industriales 4.8. Ácidos carboxílicos y derivados 4.8.1 Clasificación, nomenclatura y propiedades. 4.8.2 Reacciones de la cadena lateral 4.8.3 Sustitución nucleófila de acilo 4.8.4 Transformaciones en derivados de ácido: ésteres, cloruros de ácido, anhídridos y amidas. 4.8.5 Aplicaciones Industriales.</p>				
--	--	--	--	--

Indicadores de alcance	Valor del indicador
a) Se adapta a situaciones y contextos complejos.	10
b) Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.	20
c) Propone y/o explica soluciones o procedimientos no vistos en clase (creatividad).	20
d) Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico	20
e) Incorpora conocimientos y actividades multidisciplinarias en su aprendizaje.	10
f) Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.	20

## Niveles de desempeño



Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
	Excelente	Cumple en su totalidad con los indicadores de alcance de forma excelente.	95 - 100
	Notable	Cumple con 5 de los indicadores definidos en desempeño	85 - 94

 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<p>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias Rev. 4 Fecha: 19 de Septiembre 2018</p>	 <p>Página 16 de 20</p>
---	---	--

	Bueno	excelente. Cumple con 4 de los indicadores definidos en desempeño excelente.	75 - 84
	Suficiente	Cumple con 3 de los indicadores definidos en desempeño excelente.	70 - 74
	Insuficiente	No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos.	NA (no alcanzada)

## Matriz de evaluación

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance						Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	E	F	
Examen de conocimientos	40		X	X				Lista de Cotejo
Participación en clases	10	X						Guía de Observación
Tareas	30				X	X		Guía de Observación
Prácticas de laboratorio	20						X	Rubrica
	Total	10	20	20	20	10	20	



 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<b>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias</b> Rev. 4 Fecha: 19 de Septiembre 2018	
	Página 17 de 20	

**Competencia No.: 5 Química Orgánica en la Industria**

**Descripción** Comprende la aplicación de los compuestos orgánicos en diferentes procesos industriales para predecir los riesgos y beneficios de su uso en la industria y en el laboratorio, para promover su aplicación de una manera socialmente útil y responsable.

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica	Actividades de aprendizaje	Actividades de enseñanza	Desarrollo de competencias genéricas	Horas teórico - prácticas
5.1 Química verde 5.1.1 Polímeros sintéticos 5.1.2 Sustancias tóxicas presentes en los alimentos 5.1.3 Componentes tóxicos naturales 5.3.4 Sustancias adicionadas intencionalmente. 5.3.5 Sustancia tóxica de origen microbiano 5.3.6 Contaminantes y aditivos no intencionales: Fumigantes, solventes de extracción, cancerígenos del ahumado, pesticidas y herbicidas. Productos d	- Desarrolla una investigación relacionada con la estructura de los principales compuestos presentes en los alimentos. - Busca y contrasta información acerca de los 12 principios de la Química Verde, a partir de distintas fuentes bibliográficas para poder realizar el proceso de autoaprendizaje de la forma más efectiva	Complementos educativos: proyecto integrador: Contaminantes en los alimentos naturales y procesados con relación de competencias con rúbrica de evaluación Herramientas tecnológicas: cuestionario Quizziz Presentación en Power point	- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis - Capacidad para organizar y planificar el tiempo - Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión - Capacidad de comunicación oral y escrita - Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas - Capacidad crítica y autocrítica - Capacidad de trabajo en equipo	5-0

Indicadores de alcance	Valor del indicador
a) Se adapta a situaciones y contextos complejos.	10

 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<b>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias</b> Rev. 4 Fecha: 19 de Septiembre 2018	
	Página 18 de 20	



b) Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas.	20
c) Propone y/o explica soluciones o procedimientos no vistos en clase (creatividad).	20
d) Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico.	20
e) Incorpora conocimientos y actividades multidisciplinarias en su aprendizaje.	20
f) Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada.	10

**Niveles de desempeño**

Desempeño	Nivel de desempeño	Indicadores de alcance	Valoración numérica
	Excelente	Cumple en su totalidad con los indicadores de alcance de forma excelente.	95 - 100
	Notable	Cumple con 5 de los indicadores definidos en desempeño excelente.	85 - 94
	Buena	Cumple con 4 de los indicadores definidos en desempeño excelente.	75 - 84
	Suficiente	Cumple con 3 de los indicadores definidos en desempeño excelente.	70 - 74
	Insuficiente	No se cumple con el 100% de evidencias conceptuales, procedimentales y actitudinales de los indicadores definidos.	NA (no alcanzada)

**Matriz de evaluación**

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance						Evaluación formativa de la competencia
		A	B	C	D	E	F	
Participación en clases	10	X						Guía de Observación
Proyecto	60		X	X	X			Rubrica
Exposición	30					X	X	Rubrica
	Total	10	20	20	20	20	10	

 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<p>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias Rev. 4 Fecha: 19 de Septiembre 2018</p>	
---	---	---



Página 19 de 20

## 5. Fuentes de información

Fuentes de información	Apoyos didácticos
<p>1- [Libro] GRAHAM,SALOMON T.W.(2000). QUIMICA ORGANICA. LIMUSA WILEY. 2- [Libro] Blow,T.L. y LE MAY,H.E.(-1). QU?MICA:La Ciencia Central. Prentice Hall Hispanoamericana. Mexico 2004. 3- [Libro] Brown,William H.(3). Introducci?n a la Qu?mica org?nica. CECSA. 4- [Libro] Mc Murry(9). Introducci?n a la Qu?mica org?nica. .</p>	<p>Aula de clases y/o sala audiovisual (pintarron, computadora, proyector, equipo de sonido, pantalla, indicador laser, etc.),Auxiliares visuales: softwares, fotografías, presentaciones en power poin, videos, acetatos, rotafolio, películas, videoconferencias, enlaces virtual,Usos de Laboratorio de Química: equipo técnico, materiales y reactivos químicos, vestimenta adecuada, equipo de seguridad, etc.</p>

## Calendarización de evaluación (semanas)

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Unidad	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	
T.P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T.R	EF1	EF1	EF2	EF2	EF2	EF3	EF3	EF3	EF4	EF4	EF4	EF4	EF4	EF4	EF5	EF5	
S.D																	

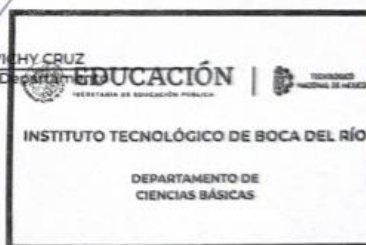
 <p>TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO Instituto Tecnológico de Boca del Río</p>	<p>Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias Rev. 4 Fecha: 19 de Septiembre 2018</p>	
---	---	---

Página 20 de 20


ED = Evaluación diagnóstica. EF = Evaluación formativa. ES = Evaluación sumativa. TP = Tiempo programado. TR = Tiempo real


  
LAURA MARGARITA GONZALEZ MARTINEZ  
Docente

  
ANED MARÍA VICHY CRUZ  
Vo. Bo. Jefe(a) del Departamento



## Carta del reconocimiento del autor de los derechos a favor del TecNM

 **EDUCACION**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

 **TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**

**POLÍTICAS ACADÉMICAS GENERALES DEL AÑO SABÁTICO DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**

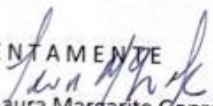
**CARTA DE RECONOCIMIENTO DEL AUTOR DE LOS DERECHOS A FAVOR DEL TECNOM**

Ciudad de México, 20/06 /2024

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO.


PRESENTE

Bajo protesta de decir verdad, Laura Margarita González Martínez, personal docente del Tecnológico Nacional de México, manifiesto que en cumplimiento de mis actividades relacionadas con el Año Sabático elaboré la obra titulada "Apuntes de la asignatura Química Orgánica (ALF-1022)". Con base en lo anterior, y con fundamento en los artículos 83 de la Ley Federal del Derecho de Autor y 46 de su Reglamento, reconozco que el Tecnológico Nacional de México es titular de los derechos patrimoniales sobre la misma y le corresponden las facultades relativas a la divulgación, integridad de la obra y de colección, conservando el derecho a figurar como autor. Asimismo, respondo por la autoría y originalidad de la citada obra; y relevo de toda responsabilidad al Tecnológico Nacional de México de cualquier demanda o reclamación que llegara a formular alguna persona física o moral que considere que con esta obra es afectado en alguno de los derechos protegidos por la Ley en cita, asumiendo todas las consecuencias legales y económicas.

ATENTAMENTE  
  
Q.I. Laura Margarita González Martínez



Reporte se software especializado de similitud

	Identificación de reporte de similitud: oid:20755:362084793
NOMBRE DEL TRABAJO	AUTOR
<b>Trabajo fina química orgánica</b>	<b>Laura Margarita</b>
RECuento DE PALABRAS	RECuento DE CARACTERES
<b>23512 Words</b>	<b>133577 Characters</b>
RECuento DE PÁGINAS	TAMAÑO DEL ARCHIVO
<b>199 Pages</b>	<b>6.3MB</b>
FECHA DE ENTREGA	FECHA DEL INFORME
<b>Jun 19, 2024 9:47 PM CST</b>	<b>Jun 19, 2024 9:49 PM CST</b>
<hr/>	
<b>● 19% de similitud general</b>	
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.	
<ul style="list-style-type: none"><li>• 18% Base de datos de Internet</li><li>• Base de datos de Crossref</li><li>• 9% Base de datos de trabajos entregados</li><li>• 1% Base de datos de publicaciones</li><li>• Base de datos de contenido publicado de Crossref</li></ul>	
<b>● Excluir del Reporte de Similitud</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bloques de texto excluidos manualmente</li></ul>	

---