

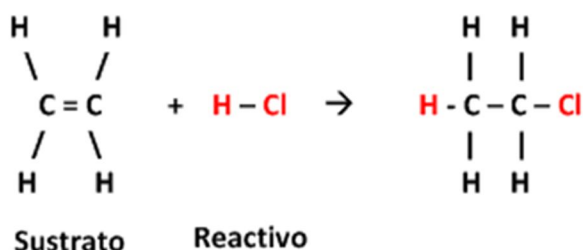
## UNIDAD 17. PROPIEDADES QUÍMICAS DE COMPUESTOS ORGÁNICOS ¿CUÁLES SON LAS REACCIONES PRINCIPALES Y LOS MÉTODOS DE OBTENCIÓN MÁS COMUNES DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS?

**Desempeño Esperado:** El estudiante reconoce, identifica y completa algunos métodos de obtención y reacciones de compuestos orgánicos.

### 1. INTRODUCCIÓN

La reactividad de una molécula orgánica depende casi exclusivamente de su grupo funcional; la importancia química del resto de la molécula es muy pequeña o casi nula, igualmente, se desarrollan a baja velocidad.

Las reacciones orgánicas permiten la síntesis de infinidad de compuestos orgánicos de interés biológico o industrial.

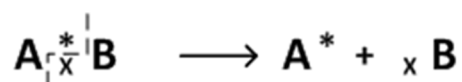


En una reacción orgánica, las sustancias reaccionantes se distinguen mejor como:

**El reactivo:** reactante que desempeña el papel de atacante o iniciador de la reacción.

**El sustrato:** reactante pasivo que recibe el ataque del reactivo.

Las reacciones orgánicas ocurren por formación o rompimiento (fisión) de enlaces covalentes, lo cual implica una mayor energía consumida. La ruptura de un enlace covalente puede ocurrir de dos maneras diferentes:



El enlace covalente en el reactivo AB se rompe de manera simétrica, dando lugar a dos especies (llamadas radicales libres) que tienen un electrón libre o desapareado.

**Figura 1. ROTURA O FISIÓN HOMOLÍTICA**



El enlace covalente en el reactivo AB se rompe de manera asimétrica, dando lugar a dos iones con carga opuesta.

**Figura 2. ROTURA O FISIÓN HETEROLÍTICA**

Por fisión homolítica se forman radicales libres sin carga, muy reactivos, mientras que por fisión heterolítica se forman iones positivos y negativos. Si el ión positivo procede de un hidrocarburo se llama ión **carbonio** y el negativo **carbanión**.

Si en la reacción hay transferencia de electrones, se presentan dos situaciones opuestas; por un lado, un reactivo (llamado **nucleofílico**) dona electrones y otro reactivo (**electrofilico**) acepta electrones. Generalmente los reactivos nucleofílicos tienen pares de electrones libres, por lo que pueden ser iones negativos. Los reactivos electrofílicos, son deficientes en electrones, generalmente son iones positivos.

## 2. REACCIÓN DE COMBUSTIÓN EN COMPUESTOS ORGÁNICOS.

Se conoce como combustión, la reacción de un combustible (en la mayoría de los casos es un compuesto orgánico) con el oxígeno del aire para producir gas carbónico y agua. Siempre hay liberación de calor. Entre éstos combustibles, se destacan los hidrocarburos (la gasolina es una mezcla de hidrocarburos) y el alcohol carburante.

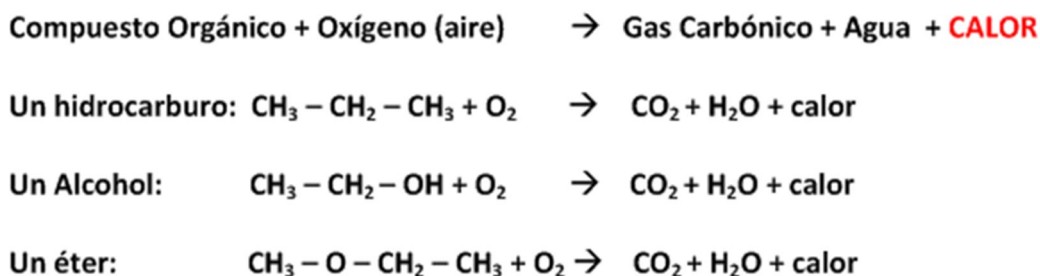


Figura 3. Reacción de combustión en compuestos orgánicos

## 3. REACCIONES DE HIDROCARBUROS ALIFATICOS

### 3.1. ALCANOS

Los alcanos son poco reactivos químicamente. Antiguamente se les llamó parafinas (= poca afinidad, o poca reactividad). Se explica este hecho por la presencia de los enlaces  $\sigma$  muy fuertes, difíciles de romper. Para romper el enlace se necesitan condiciones muy fuertes como altas temperaturas, o utilizar reactivos potentes que tengan la posibilidad de formar radicales libres (especies que tienen un electrón desapareado). Una de las reacciones más importantes, además de la combustión, es la **halogenación**.

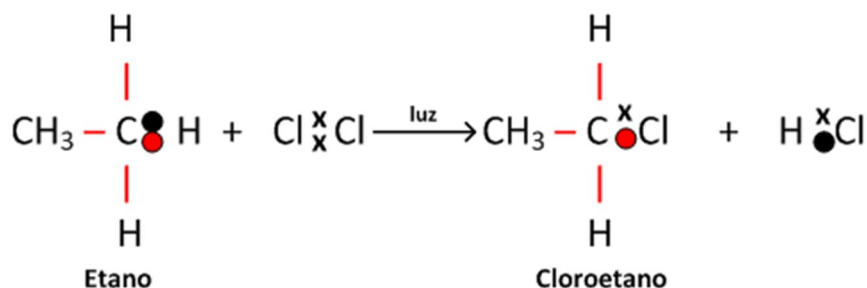


Figura 4. Halogenación de alcanos

Los alcanos reaccionan con el cloro, el bromo y el yodo para producir derivados halogenados. Con el flúor también reaccionan pero la reacción es muy violenta. La reacción es de sustitución. Si se agrega cloro en exceso, la sustitución continúa hasta que todos los hidrógenos del etano son sustituidos por Cl. Es una reacción de sustitución en donde el enlace C – H se rompe de manera

simétrica con formación de radicales libres como productos intermedios. Se dice, entonces, que la **halogenación** de alcanos es una reacción de sustitución por radicales libres.

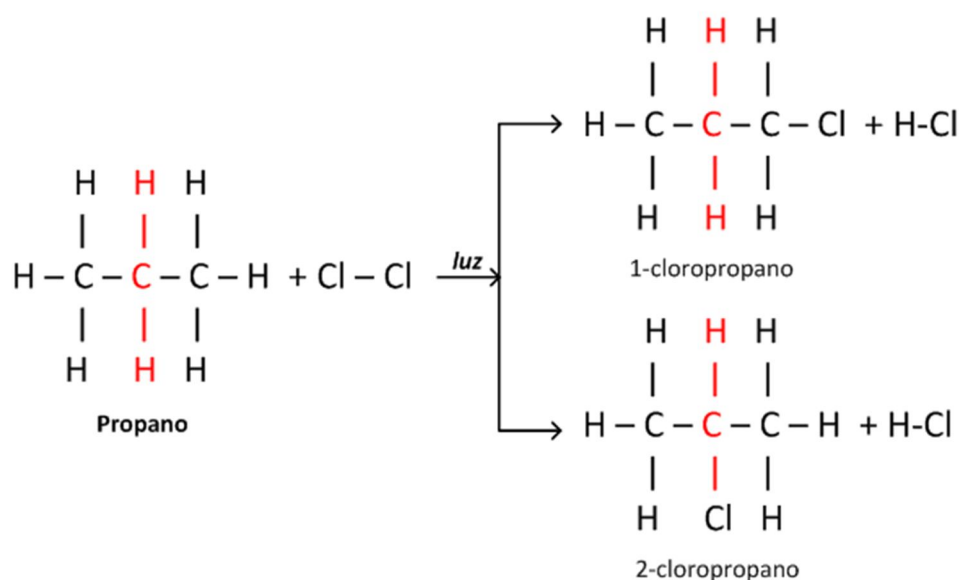
El etano reacciona de una forma similar. El propano, por contener hidrógenos en carbonos primarios y secundarios (es decir hidrógenos primarios y secundarios), reacciona produciendo dos derivados halogenados. Ver figura 5.

El porcentaje de producción de mayor a menor es así (dependiendo del tipo de carbono):

*terciario > secundario > primario.*

### 3.2. MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE ALCANOS.

La síntesis de alcanos tiene importancia solamente en el laboratorio. En la industria se obtienen a partir del petróleo por destilación.



El propano tiene hidrógenos primarios (los que se unen a carbonos primarios) e hidrógenos secundarios (los que se unen a carbonos secundarios). La sustitución se realiza en uno de los hidrógenos primarios y en uno de los hidrógenos secundarios. Es decir, se obtienen tantos derivados como carbonos primarios, secundarios y terciarios tenga el hidrocarburo.

Figura 5. Halogenación del Propano

3.2.1. **Síntesis de Grignard.** Se trata un haluro de alquilo (por ejemplo  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ) con Mg en presencia de éter y agua. Ver figura 6.

Para obtener etano se trata, por ejemplo, el yoduro de etilo (o yodo-etano) como se muestra a continuación.

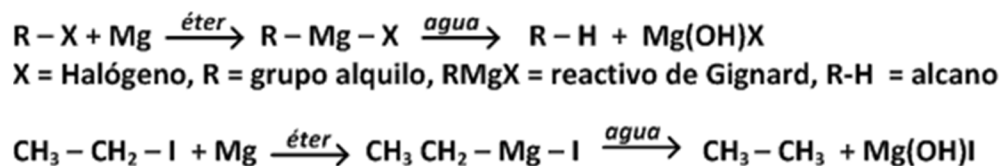


Figura 6. Obtención de un alcano por el método de Grignard.

3.2.2. **Síntesis de Wrtz.** Se hace reaccionar un haluro de alquilo con sodio.

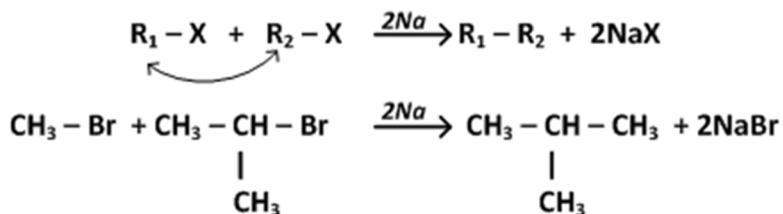
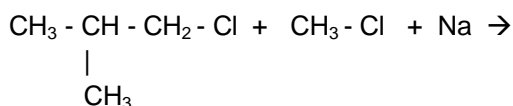
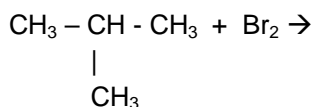
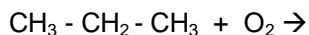


Figura 7. Obtención de un alcano por el método de Wrtz.

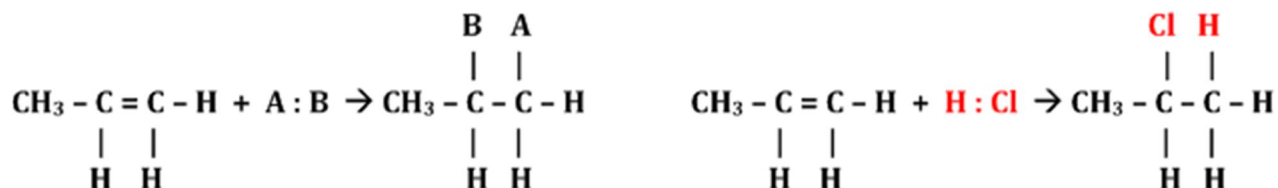
En la figura 7 se muestra la obtención de 2-metil propano (isobutano) a partir de bromo-metano y 2-bromo propano.

**ACTIVIDAD DE REFUERZO # 1. Completar las reacciones siguientes:**



### 3.3. LOS ALQUENOS

La diferencia más notable entre los alcanos y los alquenos es que los primeros presentan reacciones de sustitución (por radicales libres) mientras que los segundos lo hacen por adición. Veamos la reacción global:



Adición de un reactivo AB a un alqueno. Si es asimétrico, ejemplo HCl, la parte positiva (en este caso H) se adiciona al carbono con doble enlace que tiene más hidrógenos.

Figura 8. Reacción de adición en alquenos

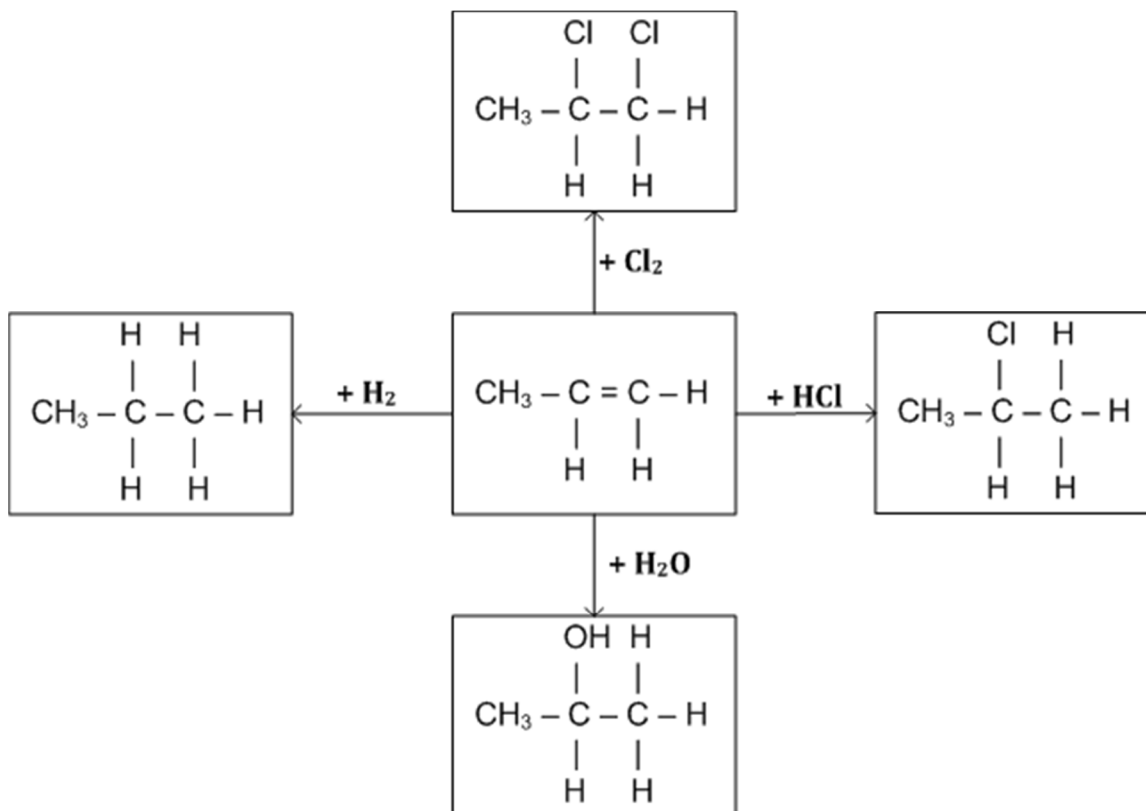
**Regla de Markonikoff.** Cuando se adiciona un reactivo asimétrico (tipo AB) a un alqueno, la parte positiva del reactivo se adiciona al carbono con doble enlace que tiene más hidrógenos.

Reactivos asimétricos: HBr, H-OH (=agua). Reactivos simétricos: H-H (=H<sub>2</sub>), Cl<sub>2</sub>.

El diagrama siguiente (figura 9) ilustra las reacciones principales de adición de alquenos.

3.3.1. **Halogenación.** Se presenta con cloro y bromo. Para facilitar la disociación de la molécula de cloro o bromo se agrega  $\text{CCl}_4$ .

3.3.2. **Hidrogenación.** Adición de hidrógeno en presencia de Ni o Pt.

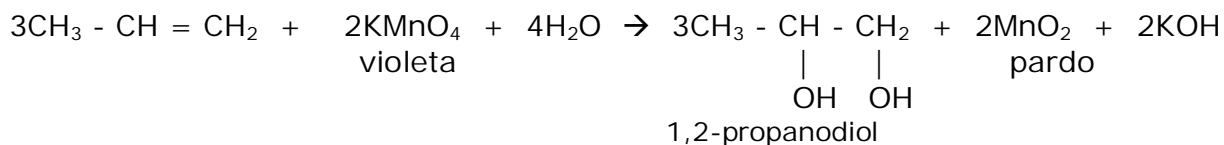


**Figura 9. Reacciones de cloración, hidrohalegenación, hidratación e hidrogenación de alquenos.**

3.3.3. **Hidrohalegenación.** Ya estudiada en el ejemplo del mecanismo de la reacción.

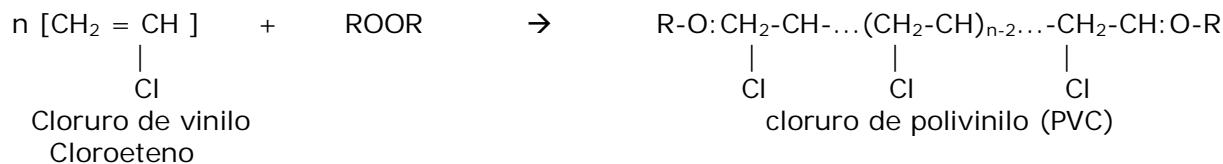
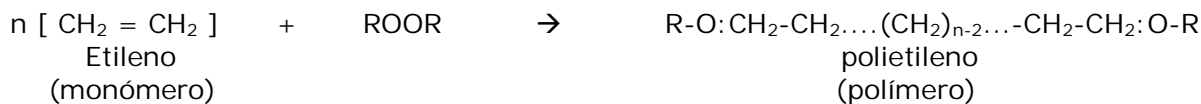
3.3.4. **Hidratación.** Adición de agua en medio ácido.

3.3.5. **Oxidación.** Los alquenos se oxidan fácilmente con  $\text{KMnO}_4$  disuelto en agua formando dihidroxialcoholes o dioles. La oxidación se realiza a temperaturas bajas (en frío).



La reacción anterior se conoce como prueba de Bayer porque permite diferenciar un alqueno de un alcano. Si se agrega solución de permanganato de potasio a un alqueno el color violeta del  $\text{KMnO}_4$  desaparece. En los alcanos no, porque no hay reacción.

3.3.6. **Polimerización.** Una molécula de alqueno (llamada en polimerización **monómero**), puede reaccionar consigo misma muchas veces, formando cadenas gigantes llamadas **polímeros**. Es una de las reacciones más importantes de los alquenos. Se requiere un peróxido orgánico (del tipo R:O:O:R) como catalizador.



**Actividad de Refuerzo # 2.** Completar las reacciones siguientes. Dar el nombre del producto principal obtenido.

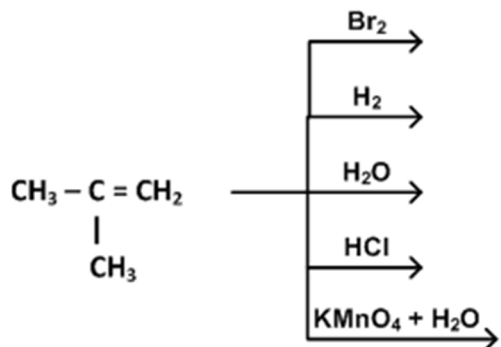


Figura 10. Actividad de Refuerzo 2

### 3.4. MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE ALQUENOS.

En la industria los alquenos se obtienen a partir del petróleo mediante un proceso conocido como **"CRACKING"**, el cual consiste en someter los productos de la destilación del petróleo a un rompimiento de los enlaces a altas temperaturas, para convertir los hidrocarburos de elevado peso molecular en moléculas más pequeñas entre las cuales se encuentran los alquenos. En el laboratorio se obtienen mediante reacciones de eliminación.

3.4.1. **Deshidratación de alcoholes.** Se trata el alcohol a 160°C en presencia de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> como deshidratante. Ver reacción en figura 11.

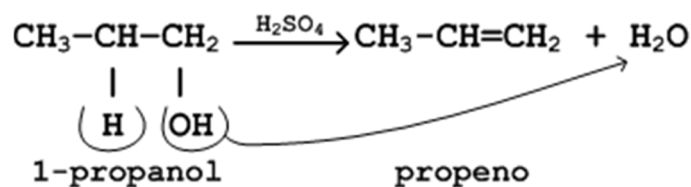


Figura 11. Obtención de un alqueno por deshidratación de un alcohol

3.4.2. **Deshidrohalogenación de Halogenuros de alquilo.** Un halogenuro (o haluro) de alquilo, por ejemplo  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{Cl}$ , cuando contiene carbonos saturados y además cloro e hidrógeno en carbonos vecinos, puede producir un alqueno por reacción con una base fuerte en presencia de alcohol.

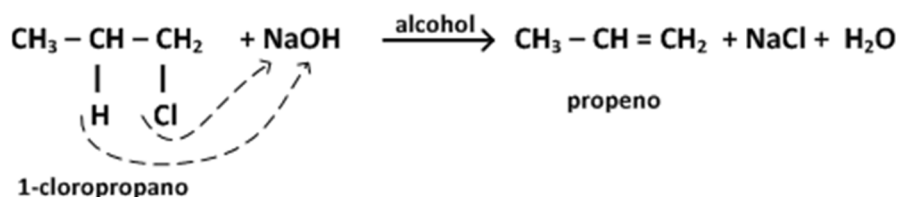


Figura 12. Obtención de un alqueno por deshidrohalogenación de halogenuros de alquilo

### 3.5. LOS ALQUINOS.

Las reacciones guardan paralelismo con las de los alquenos, aunque son más rápidas. El alquino rompe su enlace  $\Pi$  en dos etapas, pasando inicialmente a alqueno derivado y finalmente alcano derivado. Se cumple la regla de Markonikoff. Veamos las reacciones generales siguientes:

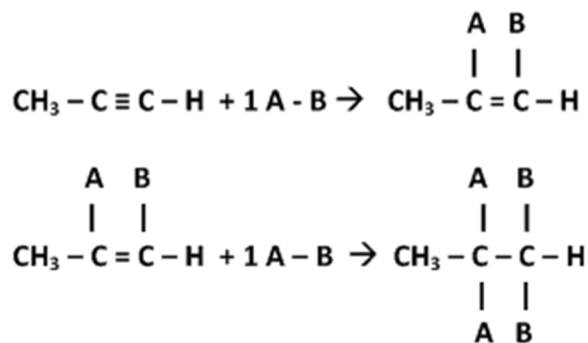


Figura 13. Reacciones de adición en alquinos

A continuación podemos observar las reacciones de hidrogenación, halogenación, hidrohalegenación e hidratación, características en los alquinos. Observe la similitud con las reacciones de los alquenos.

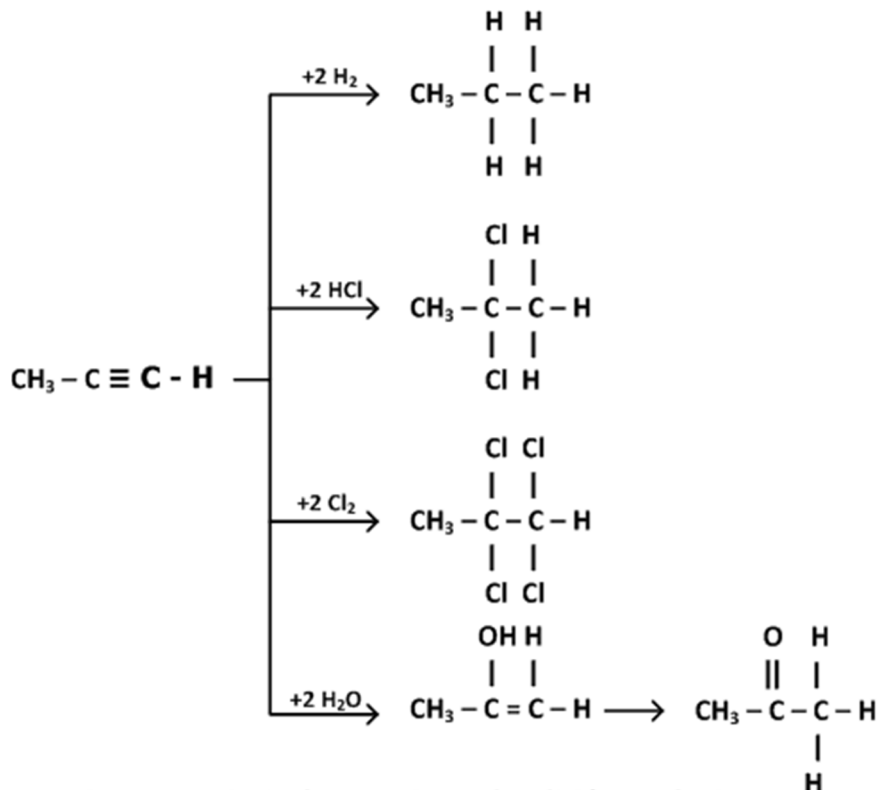
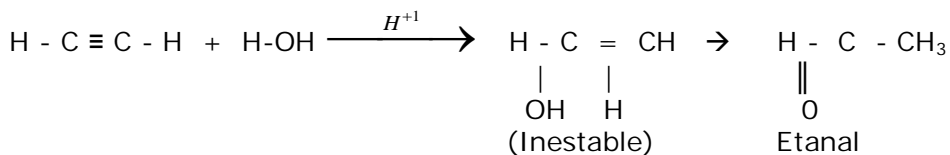
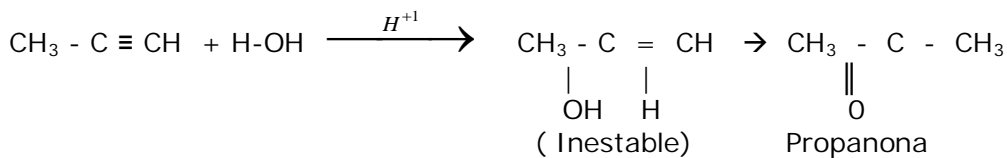


Figura 14. Principales reacciones de adición en alquinos

La hidratación merece un estudio especial.

3.5.1. **Hidratación.** Adición de agua en medio ácido y en presencia de sulfato mercúrico.



Observe que si el alquino es etino, se obtiene un aldehído, un alquino de tres carbonos o más da una cetona.

### 3.6. MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE ALQUINOS.

Los alquinos son muy escasos en la naturaleza. Se hallan en el petróleo en pequeñas proporciones. Su síntesis es muy costosa. A partir del Carburo de calcio, se obtiene acetileno por adición de agua.





**Actividad de Refuerzo 3.** La cloración del compuesto n-butano en presencia de luz da dos derivados, llamados A y B respectivamente. El compuesto A se trató con magnesio, éter y agua dando un compuesto C. El derivado B se trató con KOH en presencia de alcohol y dio un derivado D. Finalmente D se hidrató dando como resultado el producto E. Identificar por su nombre y fórmula los compuestos A, B, C, D y E. Observe a continuación como se plantean las reacciones solicitadas, complételas y escriba el nombre de cada uno de los cinco derivados. Ignore los productos secundarios de cada una de las reacciones. Ver figura 15.

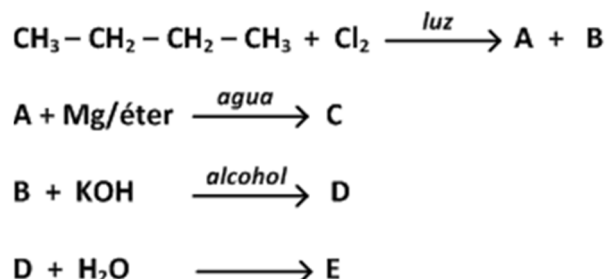


Figura 15. Casos de síntesis orgánica

### 3.7. LA GASOLINA

La gasolina es el subproducto más importante del petróleo. Se obtiene después de someter el petróleo a los procesos de exploración y explotación propios de la industria petroquímica.

Una vez obtenido el petróleo, se somete a procesos de destilación, cracking, reforming, alquilación y finalmente se obtienen los diversos derivados entre los cuales se encuentra la gasolina.

Químicamente, la gasolina es una mezcla de hidrocarburos alifáticos de cadena abierta cuyo número de carbonos varía entre 5 y 9, y por cicloalcanos.

La gasolina en los motores de combustión interna reacciona produciendo gases calientes que convierten su energía térmica en cinética (movimiento del carro).

Para que se produzca la combustión, la gasolina se mezcla previamente en los pistones del motor con aire y se somete a compresión. Una vez "comprimida", la mezcla se enciende por medio de una chispa eléctrica proveniente de las bujías y es entonces cuando se produce la reacción de combustión. Así, los gases se expanden accionando el pistón que comunica su movimiento al cigüeñal.

Algunos hidrocarburos, una vez mezclados con el oxígeno, se encienden con la sola compresión, es decir producen explosiones prematuras. Este fenómeno se denomina **pistoneo** y produce lesiones severas en el motor. Hidrocarburos como estos no se recomiendan como combustibles en motores.

Para determinar la eficiencia de un motor, se utiliza el denominado **índice de octano**, que se basa en el comportamiento de dos hidrocarburos que se escogen como patrones:

- A. El n-heptano, compuesto sumamente detonante (no requiere chispa), al cual se le asignó un índice de octano de cero (0).
- B. El 2,2,4-trimetilpentano (impropiamente llamado isooctano), que es un hidrocarburo muy poco detonante y al cual se le asignó un índice de octano de 100.

Una mezcla de gasolina que tenga un octanaje de 50 se comporta similarmente como una mezcla (en partes iguales) de n-heptano e isoocatano.

La gasolina de automóviles tiene un índice de octano de 85 y la extra 90. En la industria aeronáutica la gasolina debe tener más de 130 octanos.

**Actividad de refuerzo 4.**

Investigar:

- A. ¿Qué es el cracking, *reforming* y la *alquilación* en la industria del petróleo?
- B. ¿Qué métodos se utilizan para mejorar el octanaje de la gasolina?
- C. ¿Qué es la gasolina verde?

## 4. REACCIONES DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS

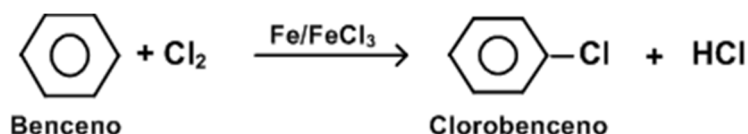
### 4.1. INTRODUCCIÓN.

Químicamente el benceno se parece más a los alcanos que los hidrocarburos insaturados (alquenos y alquinos). La razón es que el hidrógeno que se une al carbono del anillo aromático presenta reacciones de sustitución y no de adición. Sin embargo, la sustitución no es por radicales libres (como en los alcanos) sino por rotura *heterolítica* del enlace C - H. Para esta rotura se requieren reactivos con zonas de carga positivas que busquen los electrones  $\pi$  del anillo. Recordemos que estos reactivos se llaman *electrofilicos*.

### 4.2. REACCIONES DEL BENCENO.

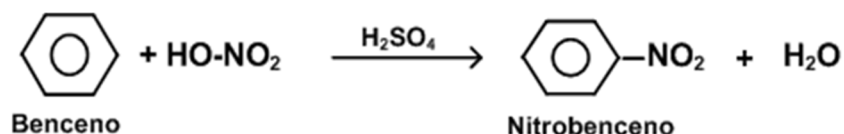
#### 4.2.1. Halogenación.

Se realiza en presencia de hierro o cloruro férrico.



#### 4.2.2. Nitración.

El  $\text{HNO}_3$  ataca los compuestos aromáticos en presencia de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Se forman nitroderivados.



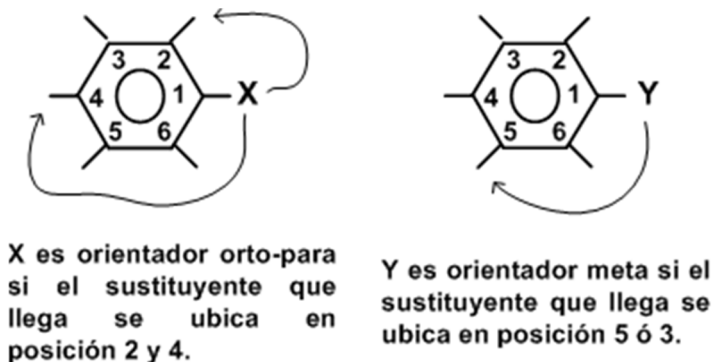
#### 4.2.3. Alquilación.

También conocida como reacción de Friedel y Crafts. Se trata el benceno con un haluro de alquilo en presencia de cloruro de aluminio. Importante esta reacción en la producción de estireno, un monómero utilizado en la industria del poliestireno.



### 4.3. SUSTITUCIÓN EN DERIVADOS MONOSUSTITUÍDOS DEL BENCENO.

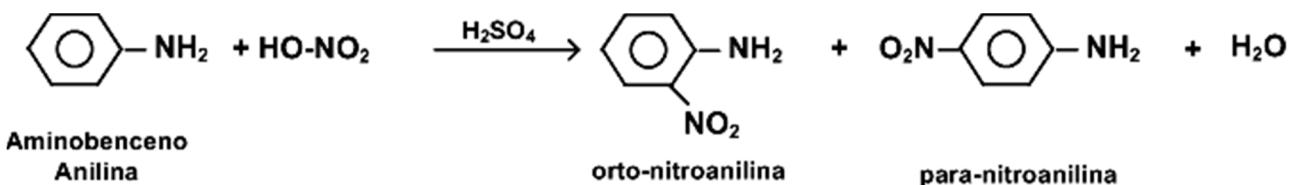
Para la introducción de un segundo sustituyente surge la pregunta: ¿Cuál de los cinco lugares restantes será ocupado por el nuevo grupo? Si todas estas posiciones tuvieran igual preferencia, sería puramente estadística la distribución de productos. Sin embargo, experimentalmente se ha encontrado que el sustituyente presente en el anillo es quien **orienta** o **dirige** ("es como un policía de tránsito") al segundo sustituyente. Se conocen dos grupos de orientadores: los que dirigen el segundo sustituyente a posiciones *orto* y *para* (conocidos como orientadores *orto - para*) y los que dirigen el segundo sustituyente a posición *meta*. En la tabla siguiente se resumen estos orientadores.



**TABLA 1. ORIENTADORES EN DERIVADOS DEL BENCENO**

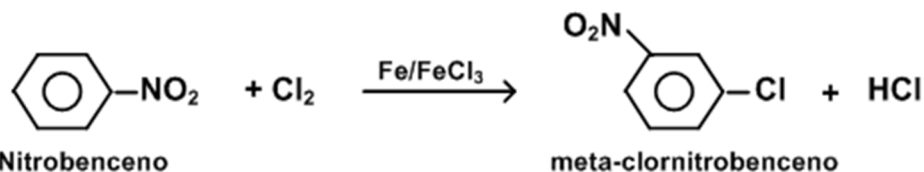
ORTO – PARA (X)		META (Y)	
-NH <sub>2</sub>	amino	-NO <sub>2</sub>	nitro
-O-R	alquiloxi	-CN	cianuro
-OH	hidroxi	-SO <sub>3</sub> H	sulfonuro
-R	alquilo	-CHO	aldehído
-X	halogenuro	-COOH	ácido

**Ejemplo 1.**



El grupo -NH<sub>2</sub> es orientador **orto – para**. Es decir, el sustituyente que llega, se ubica en posiciones orto y para. Se obtienen dos derivados.

**Ejemplo 2.**



El grupo -NO<sub>2</sub> es orientador **meta**. Es decir, el sustituyente que llega, se ubica en posición meta. Se obtiene solamente un derivado.

**Actividad de Refuerzo # 1.** Completar las reacciones siguientes, trabajando con fórmulas estructurales:

- A. Bromobenceno + cloro
- B. Fenol + HNO<sub>3</sub>

- C. Acido benzoico +  $\text{HNO}_3$
- D. Tolueno +  $\text{Br}_2$
- E. Benzaldehído + cloropropano

#### 4.4. FUENTES NATURALES DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS

El benceno y sus derivados tienen como fuentes naturales el alquitrán de la hulla. Desde 1800 se utilizaba el carbón para destilarlo y obtener coque y un destilado conocido como benzol (rico en benceno, tolueno y xilenos). A partir de esta mezcla se puede obtener por destilación el benceno. El descubrimiento de la **mauveína** por Perkins y el desarrollo de la industria de los colorantes sintéticos dio un gran impulso a materias que son punto de partida de sustancias como el clorobenceno (colorantes, insecticidas), fenol (antiséptico), estireno (plásticos), ácido pícrico (explosivos) y nitroderivados (explosivos). Los hidrocarburos aromáticos no se sintetizan en el laboratorio debido a su alto costo.

#### 4.5. ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO

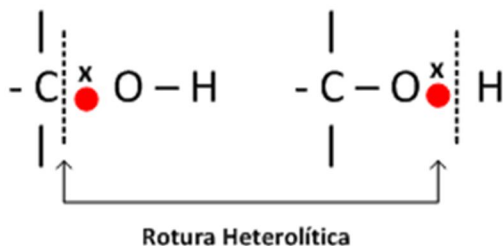
1. Escribir ecuaciones con catalizadores para alquilación del tolueno y nitración del tolueno.
2. Escriba una reacción de alquilación para la obtención del estireno a partir del benceno.
3. Escribir fórmulas estructurales para los siguientes compuestos:
  - A. 2-cloro-1-fenil-pentano
  - B. difeniletano
  - C. Acido 2-cloro-3-metil-5-hidroxibenzoico
  - D. p-nitroestireno
4. ¿Cuántos gramos de benceno son necesarios para preparar 350 gramos de clorobenceno.
5. Investigue la fórmula molecular y estructural del antraceno. Encontrar la composición centesimal de este compuesto.
6. Por reacción de 150 gramos de benceno con  $\text{HNO}_3$ , ¿cuántos gramos de nitrobenceno se obtienen si la eficiencia de la reacción es del 85%.



## 5. REACCIONES DE FUNCIONES ORGÁNICAS OXIGENADAS

### 5.1. REACCIONES DE ALCOHOLES

El grupo OH puede originar dos tipos de reacciones: rotura del enlace C-OH y CO-H.

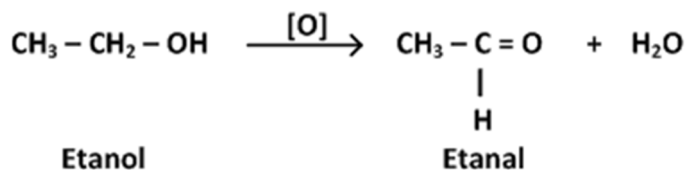


En los alcoholes se presentan dos tipos de reacciones. Una, cuando el enlace C-OH se rompe y otra, cuando se rompe el enlace CO-H.

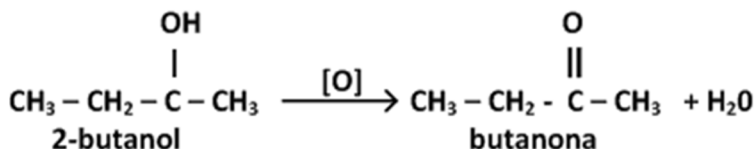
#### 5.1.1. Rotura del Enlace CO - H.

**Reacción con sodio:**  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{Na} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-Na} + \text{H}_2$

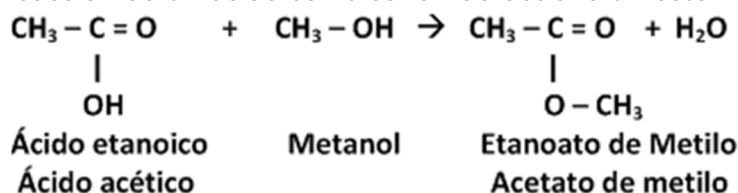
**Oxidación:** La oxidación con  $\text{KMnO}_4$  o  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  de un alcohol primario produce un aldehído, si es secundario se obtienen cetonas. Los alcoholes terciarios no reaccionan.



El símbolo [O] se utiliza en química orgánica para representar un agente oxidante, como los mencionados anteriormente.

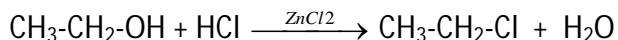


**Esterificación:** es la reacción de un ácido con alcohol. Se obtiene un éster.



#### 5.1.2. Rotura del Enlace C - OH.

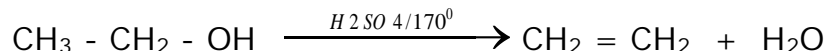
Con el reactivo de Lucas.



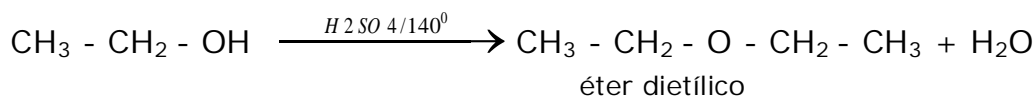
El ácido clorhídrico utilizado en la reacción anterior se acostumbra mezclarlo con cloruro de cinc,  $ZnCl_2$ . Se obtiene así una mezcla conocida como el reactivo de Lucas, el cual permite diferenciar alcoholes primarios, secundarios y terciarios. Los terciarios reaccionan rápidamente, los secundarios lentamente y los primarios casi no reaccionan.

### Deshidratación de Alcoholes.

Esta reacción ya fue estudiada en los métodos de obtención de alquenos. Veamos:



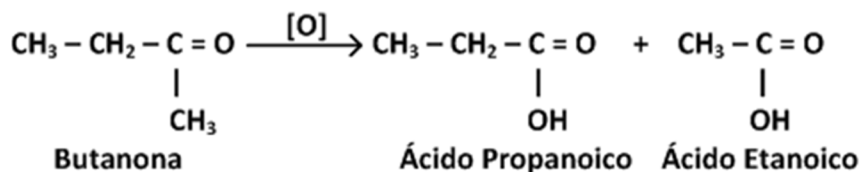
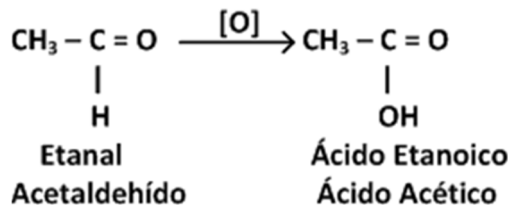
Si la temperatura es inferior y se aumenta la proporción entre el alcohol y el ácido sulfúrico, se obtiene éter dietílico.



## 5.2. REACCIONES DE ALDEHÍDOS Y CETONAS

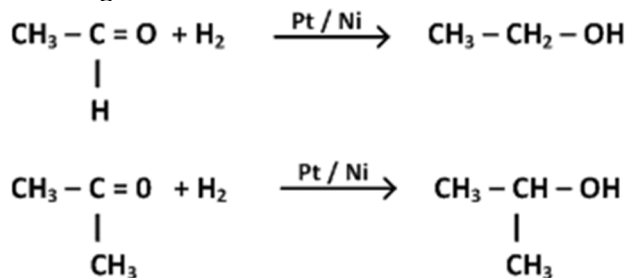
### Oxidación.

Los aldehídos se dejan oxidar fácilmente a ácidos. Las cetonas por el contrario, son resistentes a la oxidación, y solo puede realizarse con oxidantes fuertes.



### Reducción.

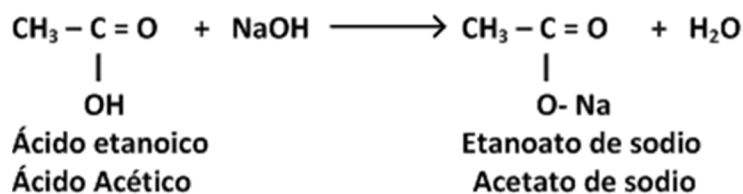
Los aldehídos son reducidos a alcoholes primarios y las cetonas a alcoholes secundarios. La acción puede realizarse por hidrogenación catalítica.





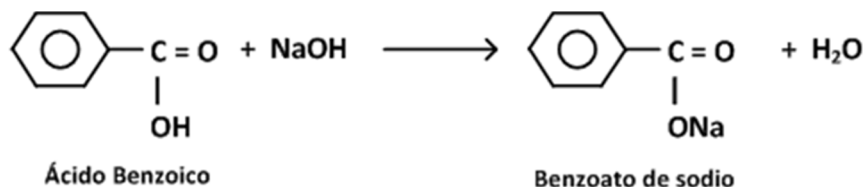
### 5.3. REACCIONES DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

**Formación de sales.** Cuando se hace reaccionar un ácido orgánico con una base fuerte, se forma una sal orgánica. Si el número de carbonos del ácido es alto (mayor de 15), el producto resultante es un jabón.

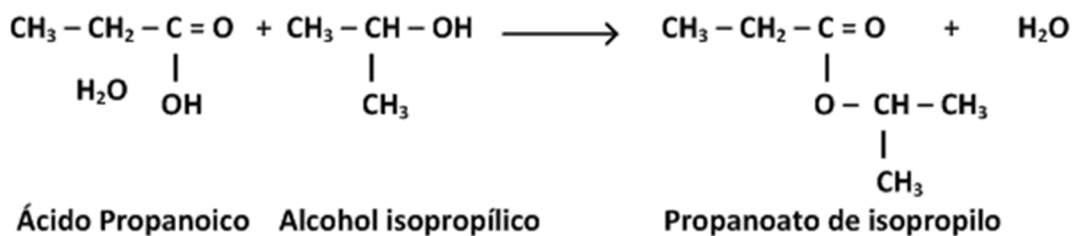
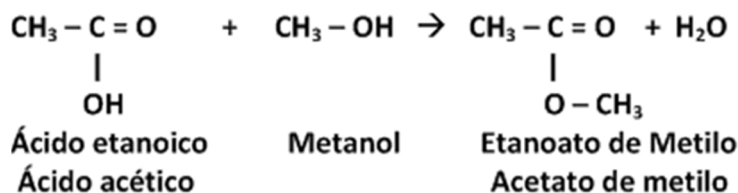
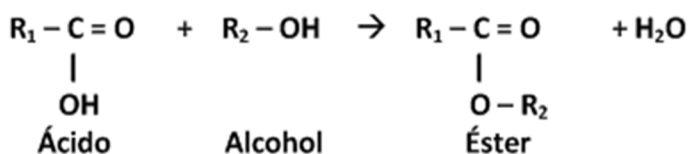


Químicamente las sales orgánicas son ésteres. En el caso de los jabones se dice que son ésteres de ácidos grasos superiores, presentes en la grasa de cerdo, res, etc.

El ácido benzoico por un procedimiento similar produce el benzoato de sodio, utilizado como preservativo en muchos alimentos (previene la descomposición de los alimentos por los hongos).

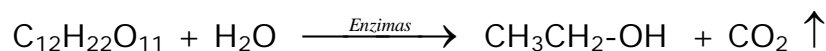


**Esterificación.** Es la reacción de un ácido carboxílico con un alcohol. El producto obtenido es un éster.



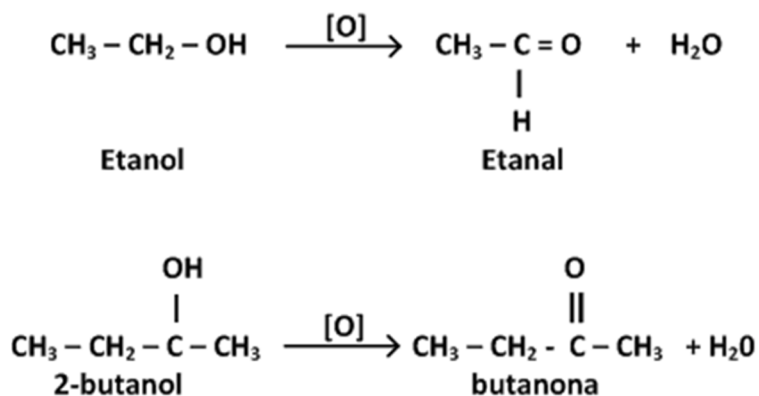
#### 5.4. OBTENCIÓN DE ALCOHOLES

La reacción de obtención más importante es la fermentación. El proceso se realiza a partir de azúcar con la ayuda de catalizadores biológicos llamados enzimas. Este es el procedimiento utilizado a nivel industrial para producir alcoholes en la industria de los licores y el alcohol carburante que se mezcla con la gasolina.



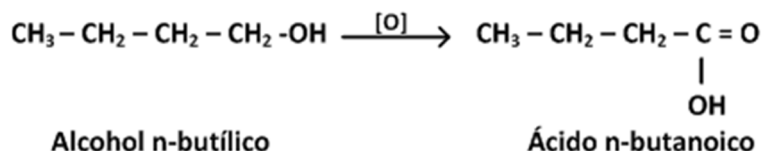
#### 5.5. OBTENCIÓN DE ALDEHÍDOS Y CETONAS

Por oxidación de alcoholes primarios y secundarios. Los primeros dan aldehídos y los segundos cetonas. Caso ya estudiado en reacciones de alcoholes.



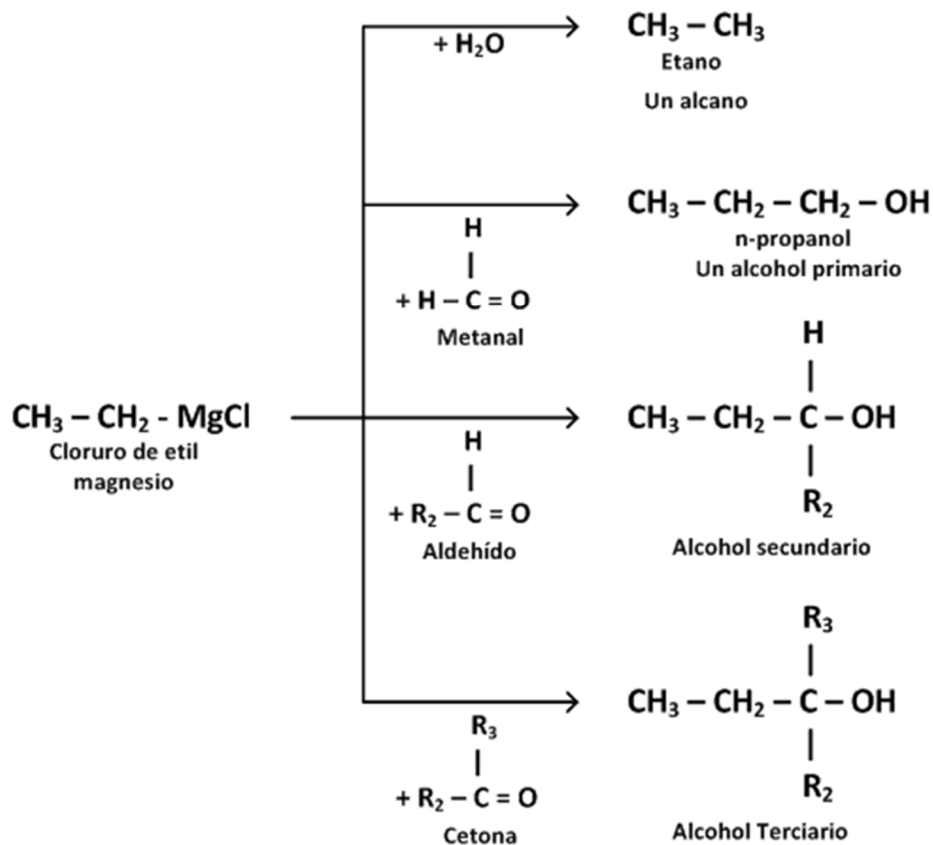
#### 5.6. OBTENCIÓN DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS

Industrialmente se obtienen por oxidación de los alcoholes primarios o aldehídos.



#### 5.7. EL REACTIVO DE GRIGNARD EN QUÍMICA ORGÁNICA.

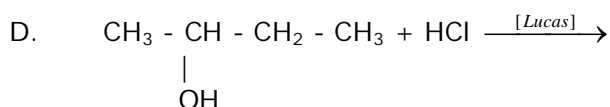
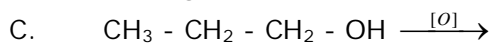
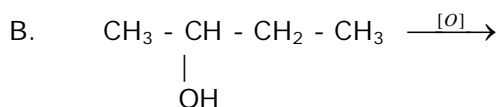
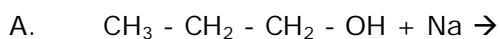
En los métodos de obtención de alcanos se mencionó el reactivo de Grignard. Es un compuesto organometálico de fórmula general R-Mg-X (R alquilo, X halógeno). Es muy utilizado en síntesis orgánica como se puede observar a continuación:



El reactivo de Grignard es muy útil en síntesis orgánica. Podemos obtener alcanos, alcoholes primarios, secundarios y terciarios.

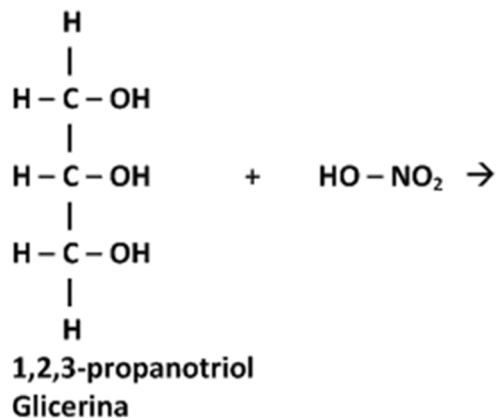
## 5.8. ACTIVIDADES DE MEJORAMIENTO

1. Completar las reacciones siguientes:



2. Investigar: ¿qué son las levaduras?, ¿enzima es lo mismo que levadura? ¿Qué enzima se utiliza para fermentar azúcar de caña, uva y cerveza? ¿Cómo influye la temperatura en el proceso de fermentación?

3. Completar:



4. Investigar. ¿Qué es la síntesis de Williamson? De acuerdo con esto, completar:

- A.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-Na} + \text{CH}_3\text{-Cl} \rightarrow$
- B.  $\text{CH}_3\text{-OH} + \text{Na} \rightarrow \mathbf{Y}$
- C.  $\mathbf{Y} + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Cl} \rightarrow \mathbf{Z}$

5. Obtener a partir del reactivo de Grignard correspondiente:

- A. n-propanol
- B. 2-propanol
- C. 2-metil-2butanol

6. Obtener por oxidación de alcoholes:

- A. Ácido butanoico
- B. Butanona