



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

---

**PERIODO ACADÉMICO: 2025 1S**  
**ASIGNATURA: QUÍMICA ORGÁNICA**  
**PROFESOR: ALEJANDRO ORTEGA CAMINO**  
**STALIN.ORTEGA@UNACH.EDU.EC**

# Segunda Unidad: Hidrocarburos alifáticos

## 1.8 Representación de compuestos orgánicos

### ***Hidrocarburos:***

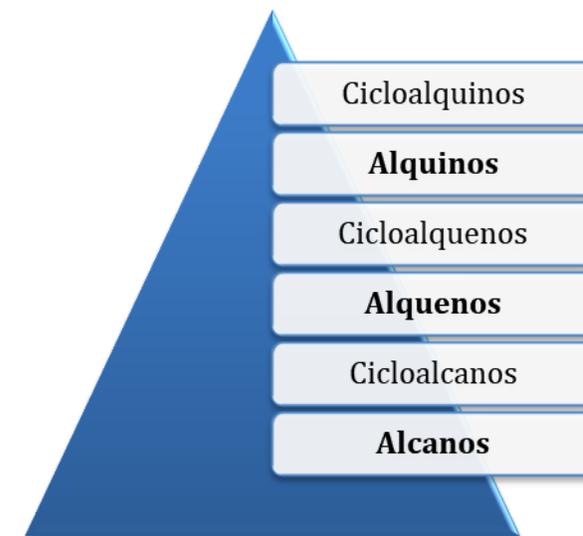
- Estructura formada por carbonos e hidrógenos.
- Clasificación según el tipo de enlaces que se formen entre los carbonos.



# Segunda Unidad: Hidrocarburos alifáticos

## 1.10 Representación y nomenclatura de hidrocarburos saturados e insaturados

Hidrocarburo	Terminación como compuesto	Terminación como radical	Aplicaciones
<b>Alcano</b>	ano	il	Los derivados del petróleo son mezclas de alcanos.
<b>Alqueno</b>	eno	enil	Determinan el color de una sustancia.
		ilen	Permiten obtener polímeros debido a su reactividad.
<b>Alquino</b>	ino	inil	Fuentes de energía



# Segunda Unidad: Hidrocarburos alifáticos

## 1.8 Representación de compuestos orgánicos: ALCANOS (saturados) = Parafinas = Alifáticos

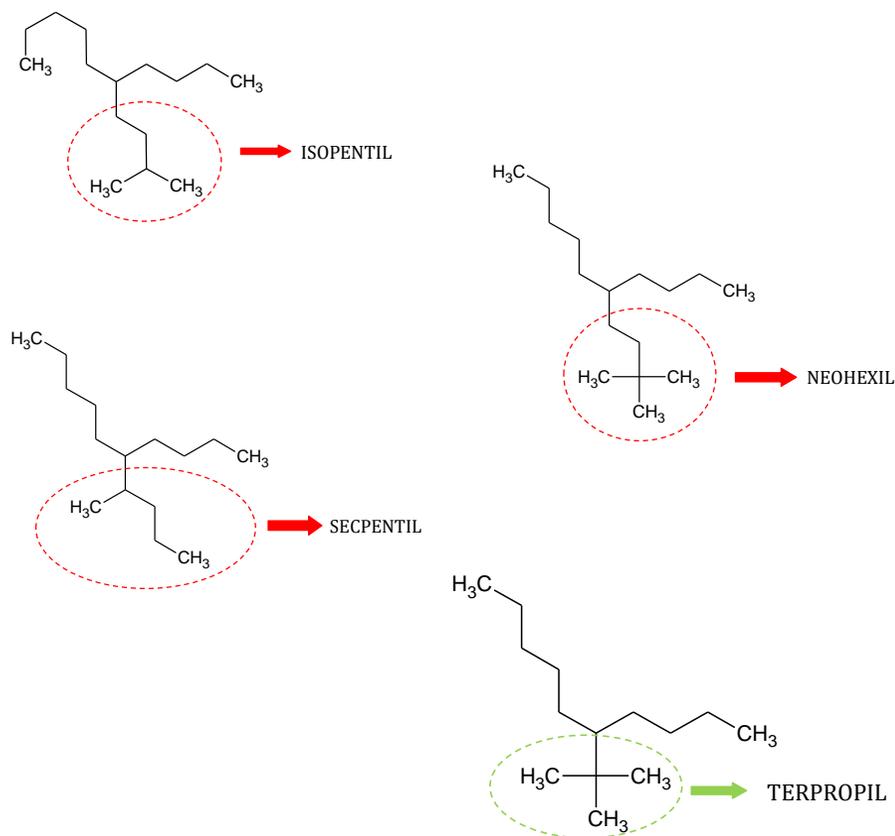
Isómeros y radicales:

**Radical ISO:** Presenta **un** radical metil en el penúltimo carbono de la cadena.

**Radical NEO:** Presenta **dos** radicales metil en el penúltimo carbono de la cadena.

**Radical SEC:** significa **secundario**. Esta estructura está unida a la cadena principal mediante un **carbono secundario**.

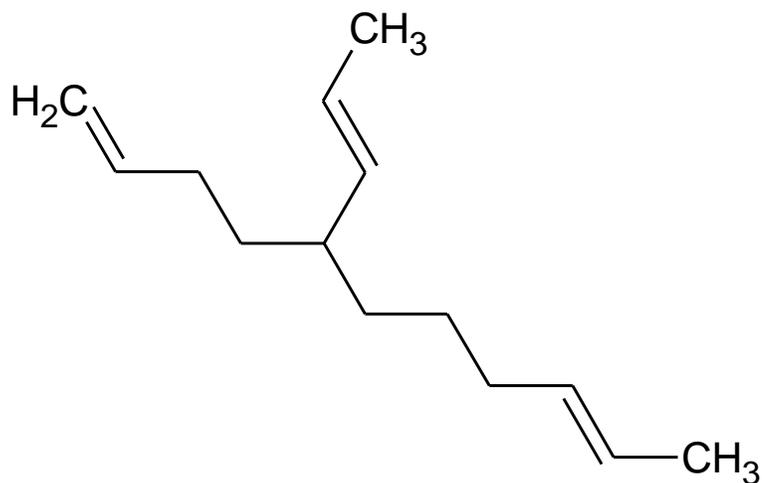
**Radical TER:** significa **terciario**. Esta estructura está unida a la cadena principal por medio de un radical terciario.



# Segunda Unidad: Hidrocarburos alifáticos

## 1.9 Representación de compuestos orgánicos: ALQUENOS = olefinas (insaturados)

Nomenclatura de alquenos:



Estructura	Nombre	Nombre Especial
<p><math>\text{R}-\overset{1}{\text{C}}=\overset{2}{\text{C}}\text{H}_2</math></p>	1 - <i>etenil</i> 1 - <i>etilen</i>	Vinil
<p><math>\text{R}-\overset{1}{\text{C}}\text{H}_2-\overset{2}{\text{C}}=\overset{3}{\text{C}}\text{H}_2</math></p>	2 - <i>propenil</i> 2 - <i>propilen</i>	Alil

# Segunda Unidad: Hidrocarburos alifáticos

## 1.9 Representación de compuestos orgánicos: ALQUENOS = olefinas (insaturados)

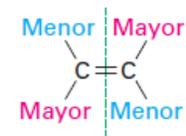
ESTEREOISOMERÍA DE DOBLES ENLACES. ISOMERÍAS (Z)/(E) Y ÓPTICA:

Los alquenos con distintos sustituyentes en los dos carbonos del doble enlace pueden existir en dos formas estereoisómeras (Z y E).

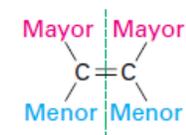
Z, del alemán *zusammen*, que significa “juntos”.

E, del alemán *entgegen*, que significa “opuestos”.

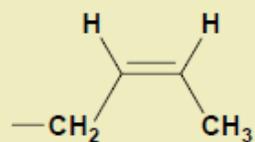
Nomenclatura: Según reglas Cahn-Ingold-Prelog, prioridad de acuerdo con el número atómico



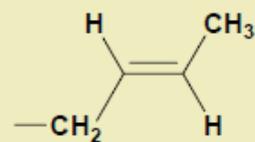
Enlace doble E  
(Los grupos con mayor prioridad están en lados **opuestos**.)



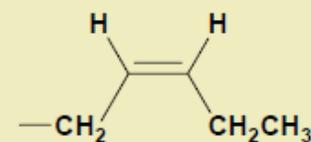
Enlace doble Z  
(Los grupos con mayor prioridad están en el **mismo** lado.)



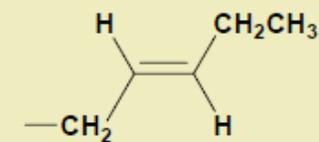
(Z)-2-Butenilo



(E)-2-Butenilo



(Z)-2-Pentenilo



(E)-2-Pentenilo

# Segunda Unidad: Hidrocarburos alifáticos

---

## 1.11 Principios de reactividad

La **reactividad en química orgánica** es la tendencia de una molécula a participar en una reacción química. Esta reactividad depende de varios factores fundamentales, entre ellos: **termodinámica, cinética, molecularidad y energía de activación.**

1. **Entropía ( $\Delta S$ )**, mide el desorden o dispersión de la energía en un sistema.
2. **Molecularidad**, La cantidad de especies que reaccionan en el mismo paso elemental de un mecanismo de reacción.
3. **Energía de Transición y Reactividad.** Durante una reacción, los reactivos deben superar una barrera de energía llamada energía de activación ( $E_a$ ).
4. La **cinética química** es el área de la química que estudia **la velocidad de las reacciones y los factores que la afectan** (Concentración de los reactivos, Temperatura, Presencia de un catalizador, Naturaleza química de los reactivos, Disolvente).

# Segunda Unidad: Hidrocarburos alifáticos

---

## 1.11 Principios de reactividad

### Tipos de reacciones Químicas:

#### Reacciones polares

Las reacciones polares tienen lugar debido a las atracciones eléctricas entre los centros positivos y negativos en los grupos funcionales presentes en las moléculas.

La polaridad del enlace es una consecuencia de una distribución electrónica asimétrica en un enlace y se debe a la diferencia en la electronegatividad de los átomos unidos.

#### Reacciones radicalarias

Son menos comunes que las reacciones polares. Son importantes en algunos procesos industriales y en numerosas rutas biológicas.

Un radical es altamente reactivo debido a que contiene un átomo con un número impar de electrones

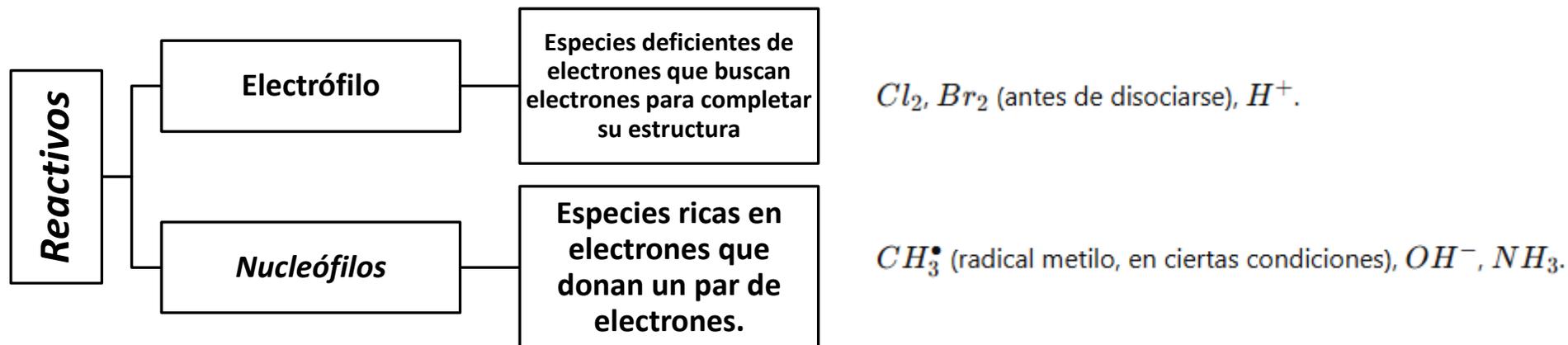
# Segunda Unidad: Hidrocarburos alifáticos

---

## 1.14 Reacciones de sustitución radicalarias en alcanos

### Mecanismo de una reacciones de halogenación:

1. **Paso de iniciación**, generación de un producto un intermediario reactivo (radical).
2. **Pasos de propagación**, en los cuales el intermediario reactivo reacciona con una molécula estable para formar otro intermediario reactivo.
3. **Pasos de terminación**, se destruyen a los intermediario reactivos.



# Segunda Unidad: Hidrocarburos alifáticos

---

## 1.14 Reacciones en alquenos

### Adición Electrofílica:

Una molécula electrófila ataca el doble enlace, rompiéndolo y formando nuevos enlaces simples.

#### 1. Hidrogenación (adición de H<sub>2</sub>):

Catalizada por metales.

Se convierte en un alcano.



#### 2. Halogenación (adición de Cl<sub>2</sub> o Br<sub>2</sub>):

Prueba de insaturaciones: el bromo (color marrón) desaparece.



# Segunda Unidad: Hidrocarburos alifáticos

---

## 1.14 Reacciones en alquenos

### Adición Electrofílica:

Una molécula electrófila ataca el doble enlace, rompiéndolo y formando nuevos enlaces simples.

#### 3. Hidrohalogenación (adición de HCl, HBr):

Sigue la regla de Markovnikov

El H se une al carbono con más H ya presentes.



#### 4. Hidratación (adición de H<sub>2</sub>O):

Forma alcoholes.

También sigue la regla de Markovnikov.



# Segunda Unidad: Hidrocarburos alifáticos

---

## 1.14 Reacciones en alquenos

Etapa	Acción	Especies Involucradas
<b>Ataque inicial</b>	El electrófilo ataca el doble enlace	H <sup>+</sup> (o X <sub>2</sub> polarizado) ataca alqueno
<b>Formación de carbocatión</b>	Intermedio cargado positivamente	Carbocatión
<b>Ataque nucleofílico</b>	El nucleófilo completa el ataque	Br <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , H <sub>2</sub> O, etc.

# Segunda Unidad: Hidrocarburos alifáticos

---

## 1.14 Reacciones en alquenos

### HALUROS DE ALQUILO: SUSTITUCIÓN NUCLEOFÍLICA Y ELIMINACIÓN

Un **haluro de alquilo** simplemente tiene un átomo de halógeno enlazado a uno de los átomos de carbono con hibridación  $sp^3$  de un grupo alquilo.

Un **haluro de vinilo** tiene un átomo de halógeno enlazado a uno de los átomos de carbono de un alqueno con hibridación  $sp^2$ .

Un **haluro de arilo** tiene un átomo de halógeno enlazado a uno de los átomos de carbono con hibridación  $sp^2$  de un anillo aromático.

# Segunda Unidad: Hidrocarburos alifáticos

## 1.14 Reacciones en alquenos: HALUROS DE ALQUILO: SUSTITUCIÓN NUCLEOFÍLICA Y ELIMINACIÓN

### Haluros de alquilo

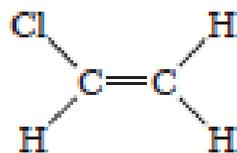
$\text{CHCl}_3$   
cloroformo  
disolvente

$\text{CHClF}_2$   
Freón-22<sup>®</sup>  
refrigerante

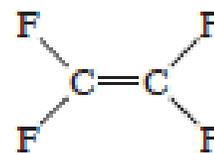
$\text{CCl}_3-\text{CH}_3$   
1,1,1-tricloroetano  
fluido de limpieza

$\text{CF}_3-\text{CHClBr}$   
Halotano  
anestésico no inflamable

### Haluros de vinilo

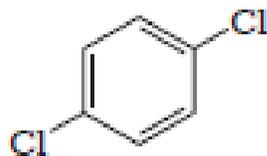


cloruro de vinilo  
monómero del poli(cloruro de vinilo)

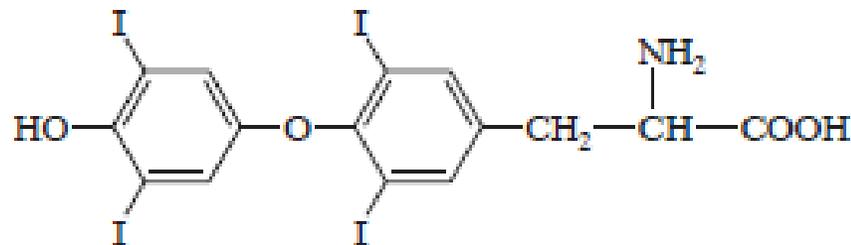


tetrafluoroetileno (TFE)  
monómero del Teflón<sup>®</sup>

### Haluros de arilo



para-diclorobenceno  
naftalina



tirosina  
hormona tiroidea

# Segunda Unidad: Hidrocarburos alifáticos

---

## 1.14 Reacciones en alquenos

### Nomenclatura de los haluros de alquilo

#### 1. Sistemática (IUPAC):

Nombre del compuesto halógeno + Alcano = Halo-alcano

#### 2. Los nombres comunes o “triviales”:

Se mencionando al haluro y luego al grupo alquilo = *haluro de alquilo*.

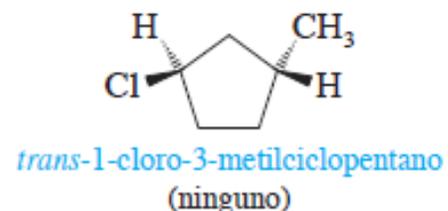
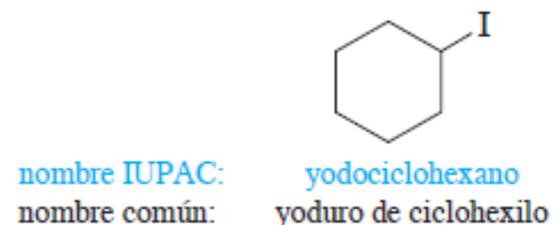
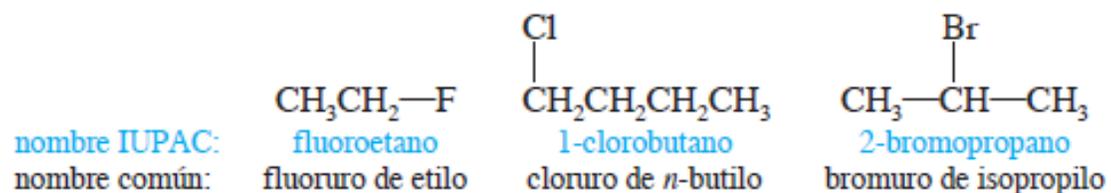
#### 3. Nombres de acuerdo a la estructura:

$\text{CH}_2\text{X}_2$  = *haluro de metileno*;  $\text{CHX}_3$  = *haloformo*;  $\text{CX}_4$  = *tetrahaluro de carbono*.

# Segunda Unidad: Hidrocarburos alifáticos

## 1.14 Reacciones en alquenos

### Nomenclatura de los haluros de alquilo



# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

---

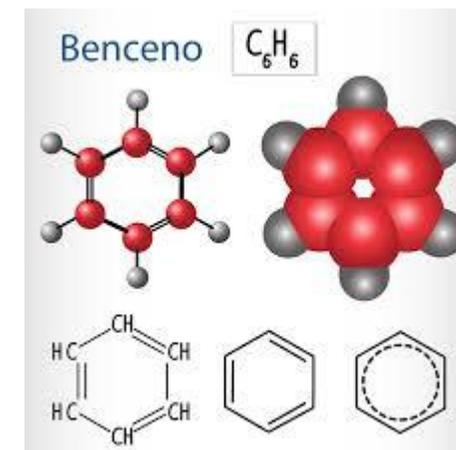
## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

### PROPIEDADES:

Se clasifican en un grupo diferente al de los compuestos cíclicos debido a que poseen dobles enlaces **conjugados** y **resonantes**, lo cual les proporciona propiedad de estabilidad.

No sufren reacciones de adición, sino simplemente de sustitución. Son muy estables.

Los compuestos aromáticos son los de mayor categoría según la nomenclatura IUPAC:



# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

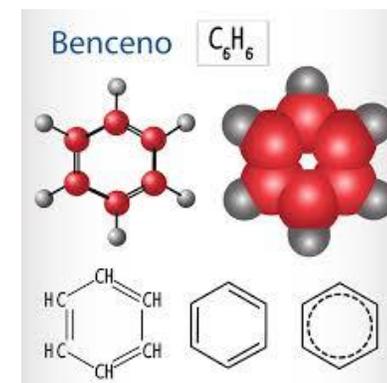
---

## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

### PROPIEDADES:

En estos compuestos, los electrones de los enlaces dobles no están fijos entre dos átomos, sino que **se deslocalizan** a lo largo del anillo aromático. Esta deslocalización crea una estructura electrónica más estable que cualquiera de las formas individuales posibles (estructuras de resonancia).

Esta **deslocalización electrónica** reduce la energía del sistema, lo que le confiere al compuesto aromático una **gran estabilidad química**, conocida como *estabilidad por resonancia* o *aromaticidad*.

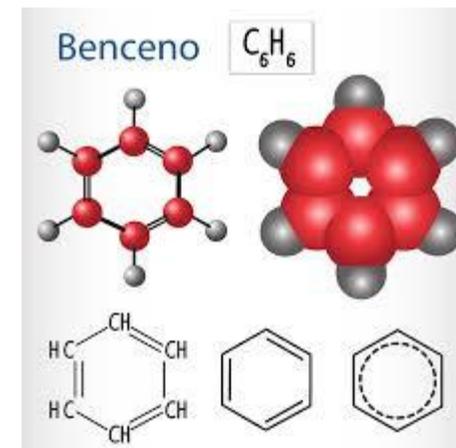


# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

### PROPIEDADES:

- Los ángulos de enlace de  $120^\circ$  se corresponden perfectamente con la hibridación  $sp^2$
- Todos los enlaces carbono-carbono tienen la misma longitud ( $1.39 \text{ \AA}$ ).
- La distancia de todos los enlaces C-H es de  $1.08 \text{ angstroms}$
- La distancia de  $1.39 \text{ \AA}$  en el benceno es el punto medio entre la longitud del típico enlace sencillo  $sp^3-sp^3$  de  $1.47 \text{ \AA}$  y la longitud del doble enlace  $sp^2-sp^2$  de  $1.33 \text{ \AA}$



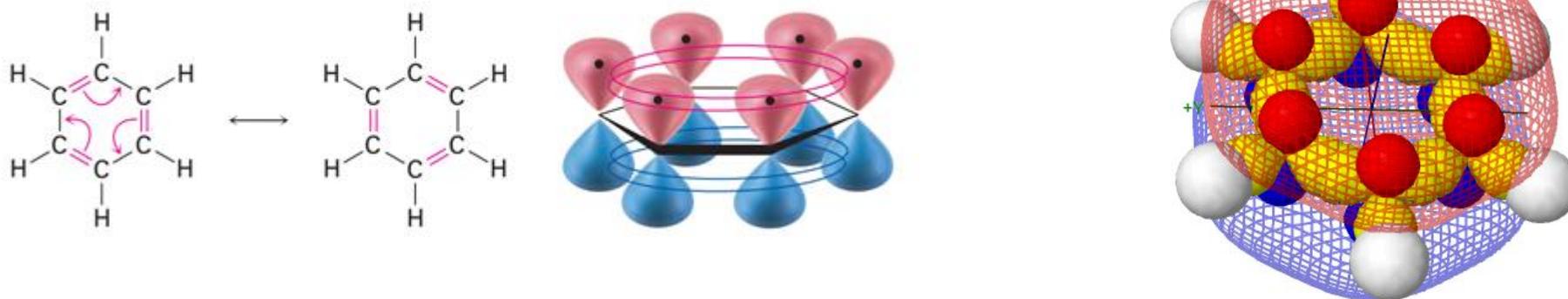
# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

---

## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

### PROPIEDADES:

El círculo nos recuerda la naturaleza deslocalizada de los electrones. fue sugerida por primera vez por el químico Robert Robinson, representando los seis electrones pi deslocalizados en el anillo de benceno.



# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

---

## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

### PROPIEDADES:

Para que un compuesto sea catalogado como aromático debe cumplir con las siguientes características:

1. Debe ser un compuesto cíclico.
2. Debe tener una estructura plana.
3. Debe tener más de un enlace doble conjugado (es decir, los enlaces dobles deben ser capaces de resonar entre sí).
4. Debe tener  $4n+2$  electrones resonantes (denominados electrones  $\pi$  (pi))

### NOTA:

- En contra de la teoría de Kekulé, *El benceno no es un ciclohexatrieno ni un par de isómeros del ciclohexatrieno que se equilibran con rapidez.*
- Compuesto con mayor estabilidad que los alquenos y alquinos.

# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

---

## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

### FUENTES:



#### 1. Fuentes Geológicas (Combustibles Fósiles)

Petróleo crudo y carbón son ricos en compuestos aromáticos, que se extraen durante el refinamiento. Ejemplos: Benceno, tolueno, xilenos (BTX): se obtienen del craqueo del petróleo. Naftaleno: se encuentra en el alquitrán de hulla.



#### 2. Plantas (Metabolitos Secundarios)

Muchas plantas producen compuestos aromáticos como parte de su metabolismo secundario (defensa, atracción de polinizadores, etc.).

• Ejemplos: **Eugenol** (en el clavo de olor); **Vanilina** (en la vainilla); **Ácido salicílico** (en el sauce blanco; precursor de la aspirina); **Timol** (en el tomillo); **Anetol** (en el anís); Estos compuestos suelen ser **fenoles, éteres aromáticos o ácidos aromáticos**.

# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

---

## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

### FUENTES:

#### 3. Microorganismos y Hongos

Algunas bacterias y hongos producen compuestos aromáticos durante procesos de fermentación o como defensa química.

•Ejemplos:

- **Actinomicina D** (producida por bacterias del género *Streptomyces*)
- **Ácido shikímico** (precursor de muchos aromáticos, producido por plantas y microorganismos)

#### 4. Animales y Humanos (Metabolismo Biológico)

Aunque los animales no sintetizan muchos aromáticos directamente, los incorporan o modifican a partir de la dieta.

•Ejemplos:

- **Triptófano, fenilalanina y tirosina:** aminoácidos aromáticos esenciales en humanos.
- **Adrenalina, dopamina y tiroxina:** compuestos biológicamente activos derivados de anillos aromáticos.

# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

---

## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

### FUENTES:

#### 5. Rutas Biosintéticas (Vía del Ácido Shikímico= $C_7H_{10}O_5$ )

La **vía del ácido shikímico** es una ruta metabólica que produce muchos compuestos aromáticos en plantas, hongos y bacterias, pero **no en animales**.

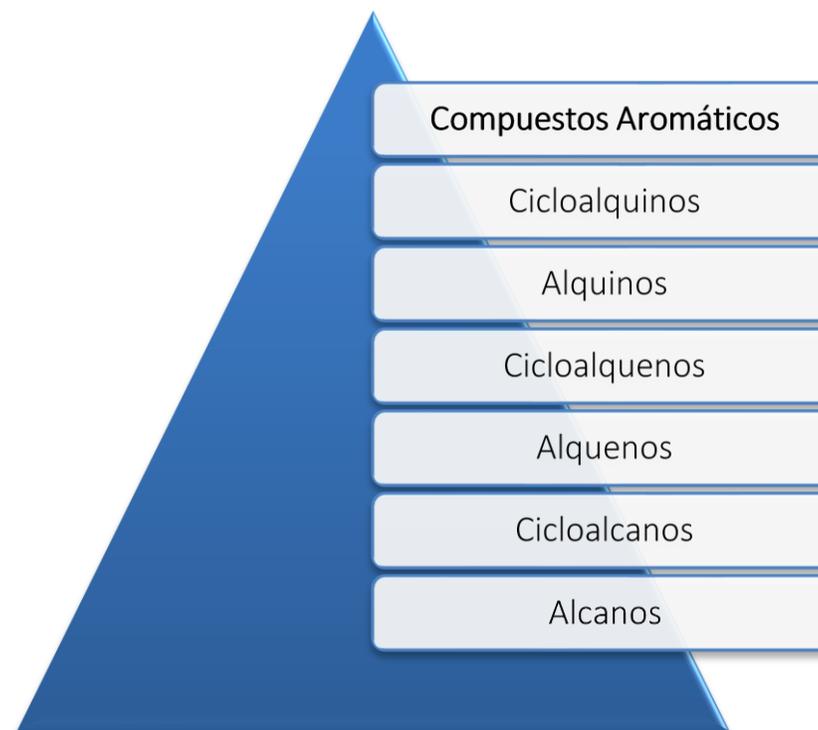
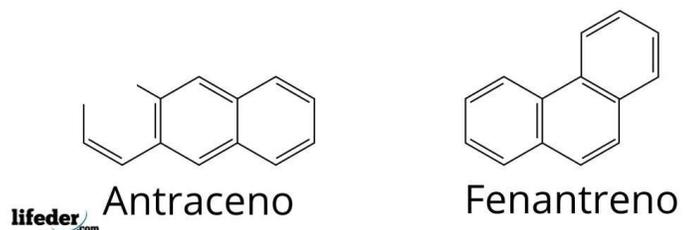
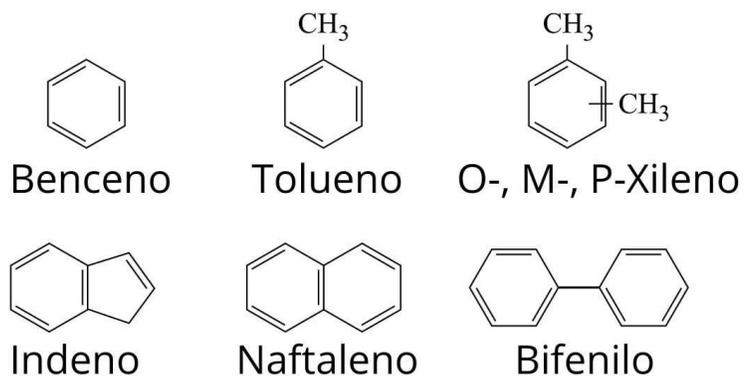
- **Lignina** (componente estructural en plantas)
- **Flavonoides** (pigmentos vegetales)
- **Alcaloides aromáticos** (como la morfina o la nicotina)

# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

### NOMENCLATURA:

Si el benceno tiene un sustituyente, se nombra como un derivado del benceno (por ejemplo, tolueno, clorobenceno, nitrobenceno).



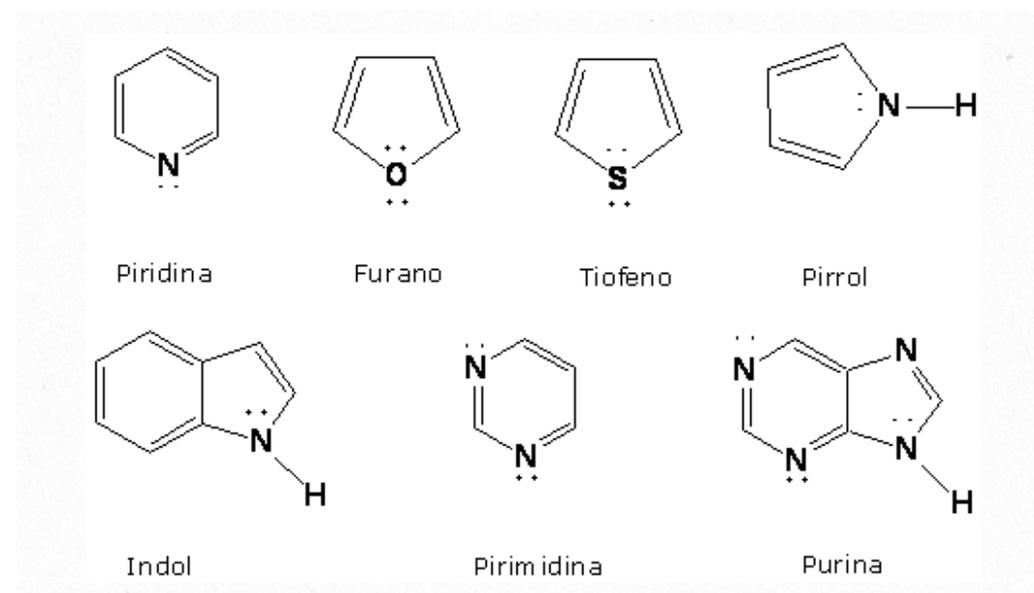
# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

### NOMENCLATURA:

El benceno como radical es **fenil** (**bencil** es un radical diferente).

El benceno puede encontrarse sustituido, ya sea por cadenas alifáticas, cíclicas o anillos aromáticos. En ese caso se nombran las cadenas laterales como radicales en orden alfabético y se termina con la palabra BENCENO.



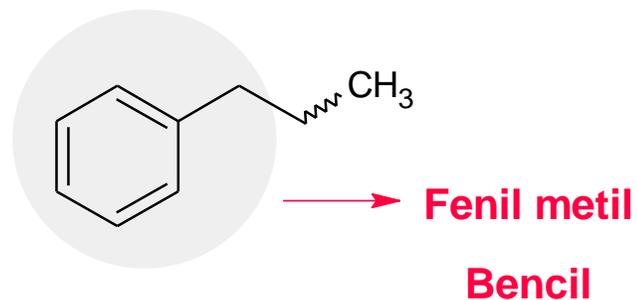
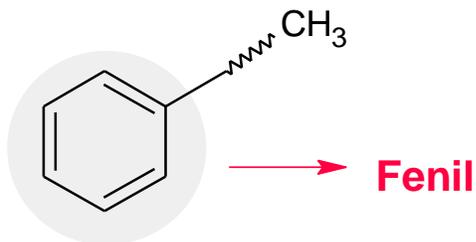
# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

---

## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

### NOMENCLATURA:

Si el benceno está unido a un **metil**, y este metil se halla unido a la cadena principal, entonces tenemos al radical **fenil**.



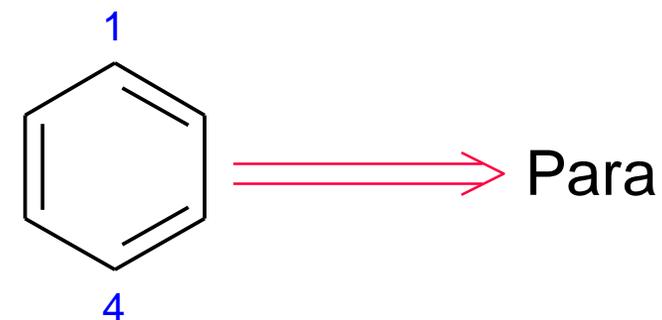
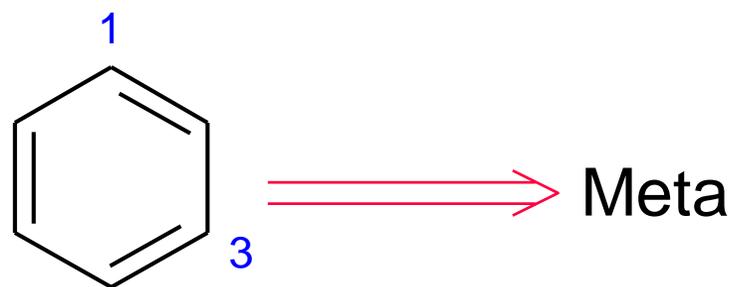
# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

---

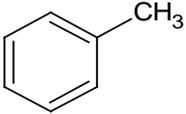
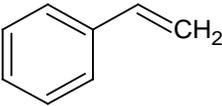
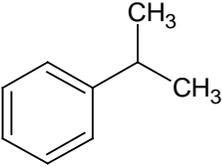
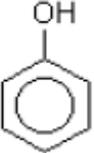
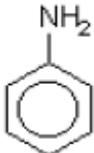
## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

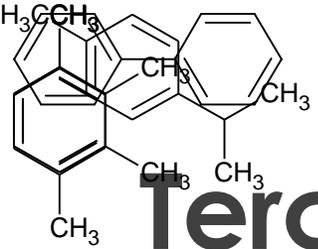
### NOMENCLATURA:

Cuando hay varios sustituyentes, se indican sus posiciones numéricas o se utilizan los prefijos **orto-**, **meta-** y **para-** para designar las posiciones relativas.

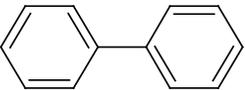
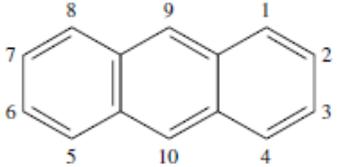
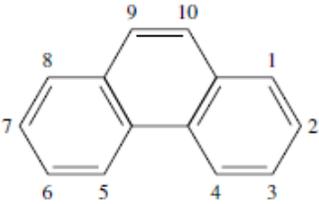


# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

Estructura	Nombre IUPAC		Radical
	Metil Benceno	Tolueno	Orto Toluil Meta Toluil Para Toluil
	Vinil Benceno Etilen Benceno Etenil Benceno	Estireno	Orto Estiril Meta Estiril Para Estiril
	Isopropil Benceno	Cumeno	Orto Cumenil Meta Cumenil Para Cumenil
 fenol	Fenol		Fenil
 anilina	Anilina		Anilil



# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

Especies con dos sustituciones			
	Fenil Benceno	Bifenilo	Bifenil
 naftaleno	Naftaleno		Naftil Naftileno
	Antraceno		Antracil
	Fenantreno		Fenantril

# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

---

## 3.1 Reactividad de los compuestos derivados del benceno:

Posibles reacciones de los compuestos aromáticos:

### 1. Halogenación por radicales libres

- Sustitución
- Adición

### 2. Oxidación

### 3. Reducción

### 4. Formación de alquilbencenos

- Deshidrogenación
- Deshidratación
- Deshidrohalogenación.

### 5. Polimerización

# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

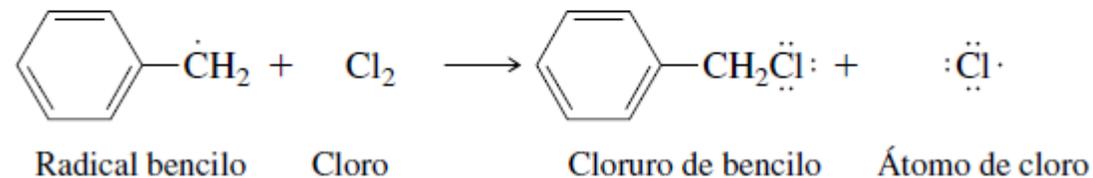
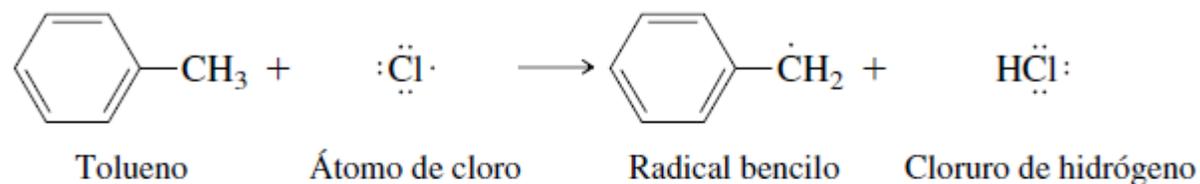
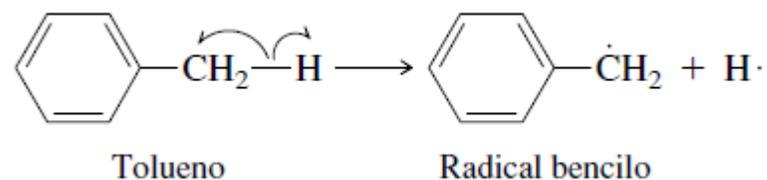
## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

### Halogenación de compuestos bencénicos:

1.- INICIACIÓN: Disociación de la molécula de halógeno

2.\_ PROPAGACIÓN: Formación del radical bencilo

3.\_ TERMINACIÓN: Agotamiento de radicales



# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

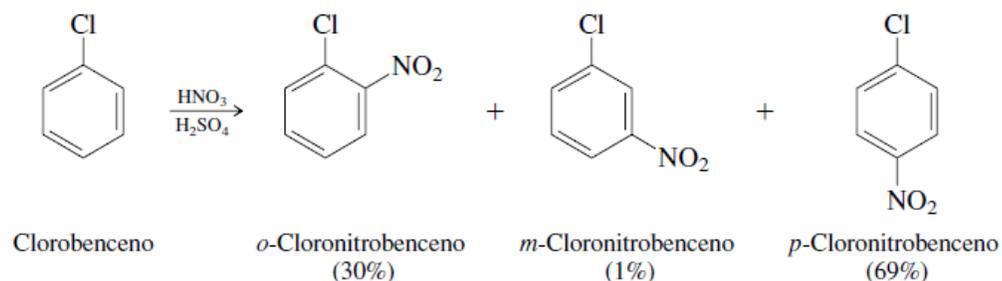
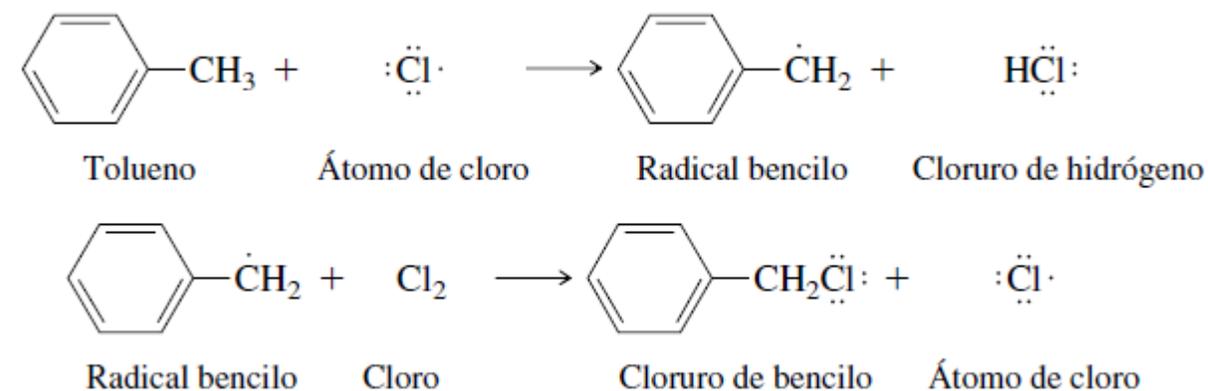
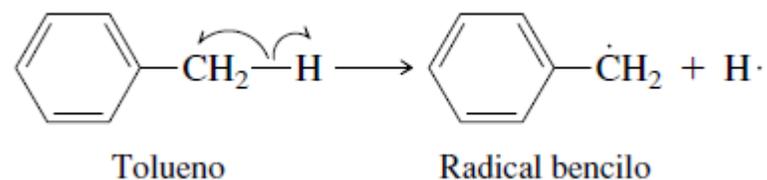
## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

### Halogenación de compuestos bencénicos:

1.- INICIACIÓN: Disociación de la molécula de halógeno

2.\_ PROPAGACIÓN: Formación del radical bencilo

3.\_ TERMINACIÓN: Agotamiento de radicales

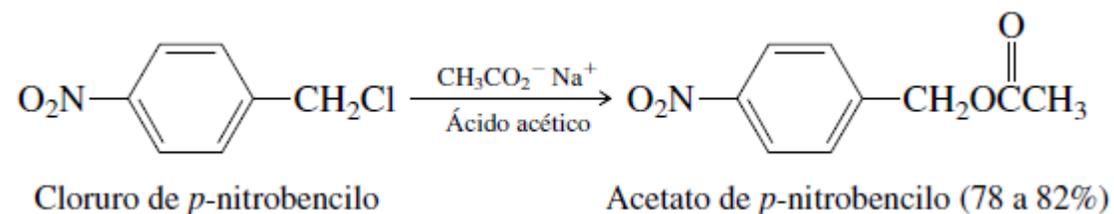


# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

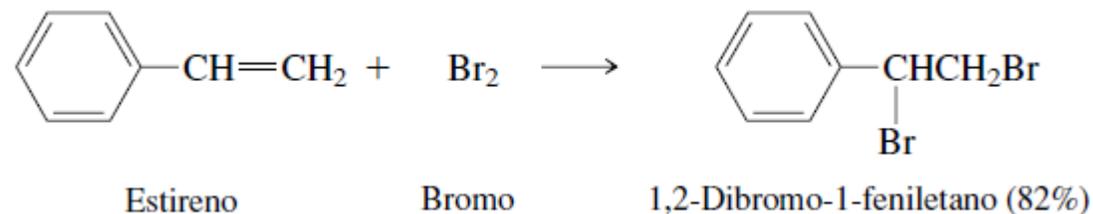
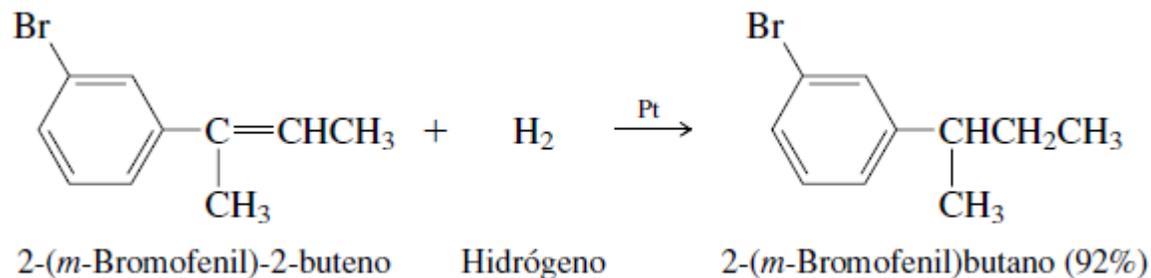
### Halogenación de compuestos bencénicos:

#### SUSTITUCIÓN NUCLEOFÍLICA



#### ADICIÓN DE ALQUILBENCENOS:

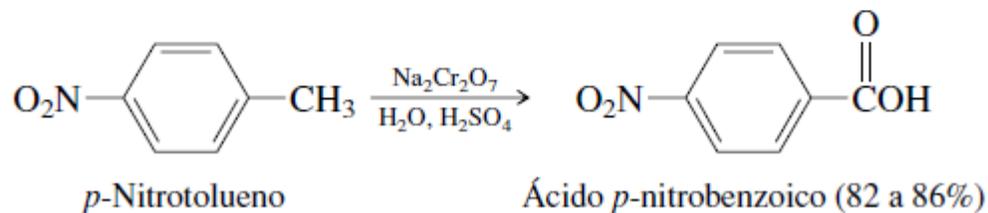
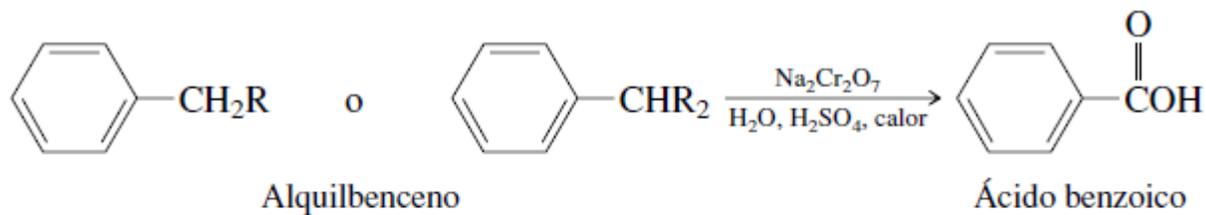
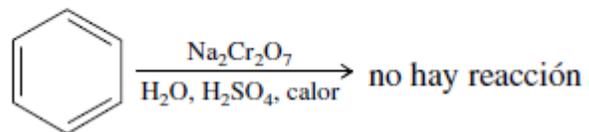
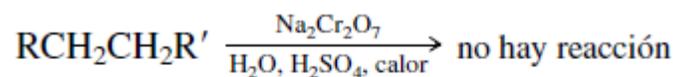
(Producto de la hidrogenación de un doble enlace)



# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

### OXIDACIÓN DE LOS ALQUILBENCENOS

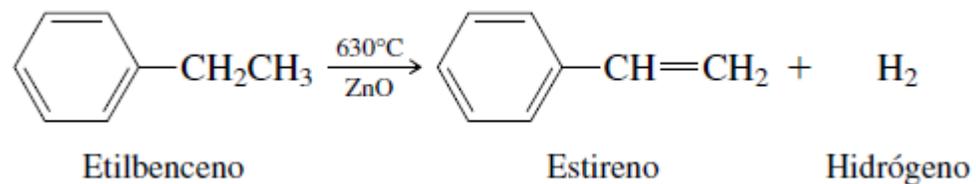


# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

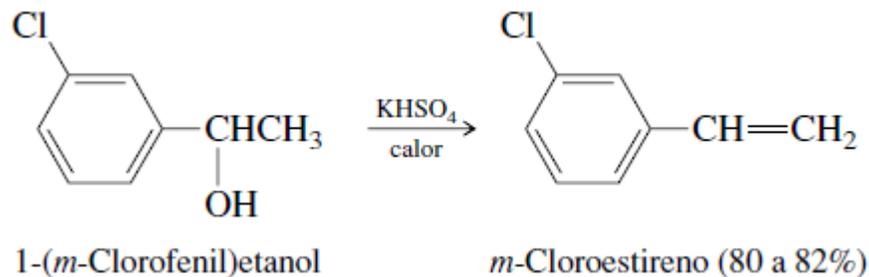
## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

### FORMACIÓN DE LOS ALQUILBENCENOS:

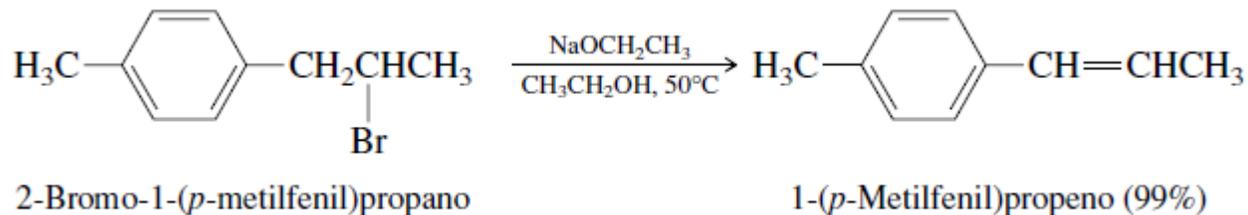
#### 1. DESHIDROGENACIÓN



#### 2. DESHIDRATACIÓN:



#### 3. DESHIDROHALOGENACIÓN:



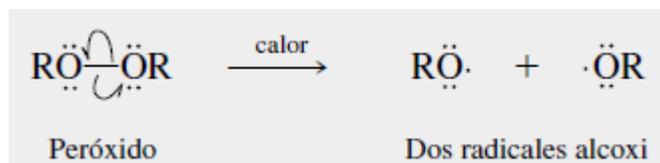
# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

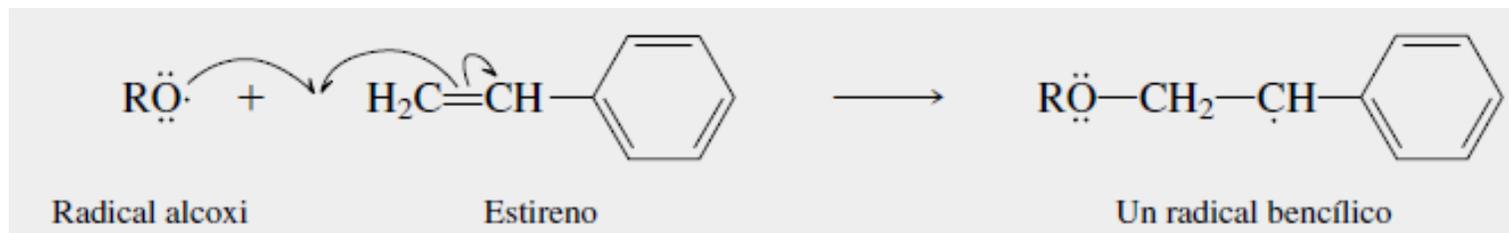
### POLIMERIZACIÓN:

La polimerización del estireno puede llevarse a cabo bajo condiciones de radicales libres, catiónicas, aniónicas o de Ziegler-Natta.

#### 1. INICIACIÓN



#### 2. PROPAGACIÓN



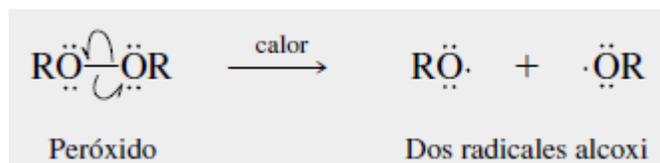
# Tercera Unidad: Hidrocarburos aromáticos

## 3.1 Estructura y propiedades del benceno:

### POLIMERIZACIÓN:

La polimerización del estireno puede llevarse a cabo bajo condiciones de radicales libres, catiónicas, aniónicas o de Ziegler-Natta.

#### 1.\_ INICIACIÓN



#### 2\_ PROPAGACIÓN

