



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CC. QQ. Y FARMACIA  
ESCUELA DE QUÍMICA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ORGÁNICA  
“SARA BASTERRECHEA DE MONZÓN”



PROGRAMA DEL CURSO  
QUÍMICA ORGÁNICA I

1. INFORMACIÓN GENERAL

- 1.1 Docencia: Licda. Flor de María Lara (Sección A)  
Licda. Mario Manuel Rodas (Sección B)  
Lic. Byron López (Sección C)  
Licda. Nora Guzmán (Sección D)
- Coordinadores: Licda. Flor Lara (Coordinadora teoría)  
Licda. Diana Pinagel (Coordinadora laboratorio)
- Instructores: Br. Alvaro Castillo, Br. Rodrigo Wolford,  
Br. José Castillo, Br. Sergio Valdéz,  
Br. Fermín Labín
- 1.2 Ciclo: Tercero
- 1.3 Fecha: 1er. Semestre del año 2018
- 1.4 Horarios: **TEORÍA:** Todas las secciones  
Lunes y viernes de 11:10 a 12:10  
Miércoles de 11:10 a 13:15  
**LABORATORIO:**  
Secciones A y D: Miércoles y Jueves de 9:05 a 11:05  
ó de 14:30 a 16:30  
Secciones B y C: Lunes y Martes de 9:05 a 11:05  
ó de 14:30 a 16:30
- 1.5 Duración del curso: 19 de enero al 4 de mayo 2018
- 1.6 Docencia Directa: Teoría: 04 horas semanales  
Laboratorio: 04 horas semanales
- 1.7 Nivel: Básico, Área Científica
- 1.8 Carreras: Química Biológica, Biología  
Química Farmacéutica, Nutrición
- 1.9 Requisito: Química General II (020124)
- 1.10 Lugar: Aulas: Edif. T-11 (salones 102 a 105)  
Laboratorios: Edif.T-12 (107 a 110)
- 1.11 Códigos: Química Farmacéutica (033124)  
Química Biológica (032124)  
Nutrición (035123)  
Biología (034123)
- 1.12 Créditos: 06 (seis)

## 2. DESCRIPCIÓN POR UNIDADES:

UNIDAD	NOMBRE	%	PERIODOS
1	Conceptos generales e hidrocarburos alifáticos y aromáticos	33	15
2	Propiedades químicas de hidrocarburos	20	09
3	Compuestos orgánicos que poseen enlace simple carbono-halógeno (C-X) y carbono-oxígeno (C-O): generalidades y nomenclatura	11	05
4	Propiedades químicas de compuestos con enlace simple C-X y C-O: Reacciones de sustitución nucleofílica y eliminación	36	16
<b>TOTAL</b>	<b>CUATRO UNIDADES</b>	<b>100</b>	<b>45</b>

### 2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CURSO:

El presente es un curso de introducción a la Química Orgánica que comprende los temas y reacciones más fundamentales de esta disciplina, que permiten una comprensión general de la misma y que sirve como base para posteriores cursos de Química Orgánica y Bioquímica. Se estudian los compuestos pertenecientes a los grupos de hidrocarburos alifáticos y aromáticos, halogenuros de alquilo y arilo, alcoholes, fenoles y éteres.

## 3. METAS GENERALES

Lograr que el estudiante al final del curso logre las siguientes competencias:

### 3.1 A NIVEL COGNOSCITIVO

- 3.1.1 Identifique y clasifique los diferentes compuestos orgánicos, según el grupo funcional que presentan.
- 3.1.2 Nombre correctamente los compuestos orgánicos según las reglas de la nomenclatura oficial IUPAC, los nombres comunes y otro tipo de nomenclatura.
- 3.1.3 Prediga las propiedades físicas de los compuestos orgánicos con base en el análisis de su estructura.
- 3.1.4 Infiera la relación existente entre la estructura de un compuesto orgánico y su reactividad, comprendiendo los mecanismos de reacción.
- 3.1.5 Diseñe esquemas sintéticos sencillos para obtener compuestos orgánicos simples a través de mecanismos de adición electrofílica, sustitución electrofílica aromática, sustitución nucleofílica y eliminación

### 3.2 A NIVEL PSICOMOTRÍZ

Ejecute correctamente diferentes técnicas de laboratorio para la extracción, purificación e identificación de compuestos orgánicos en el laboratorio.

### 3.3 A NIVEL AFECTIVO Y DE VALORES

Aprecie la importancia de la Química Orgánica como herramienta para la correcta fundamentación, comprensión y aplicación de otros cursos específicos de cada carrera, así como para la resolución de problemas propios del campo profesional.

Ponga en práctica los valores de ética, responsabilidad, honestidad, respeto, excelencia, servicio, integridad, iniciativa y puntualidad.

#### 4. CONTENIDOS PROGRAMATICOS

##### UNIDAD 1 : CONCEPTOS GENERALES E HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS Y AROMÁTICOS

###### 1.1 Generalidades

- 1.1.1 Conceptos fundamentales de la Química Orgánica.
- 1.1.2 Estructura atómica de los elementos que están presentes en compuestos orgánicos.
- 1.1.3 Representación de compuestos orgánicos
- 1.1.4 Concepto de función química.
- 1.1.5 Isomería estructural

###### 1.2 Hidrocarburos alifáticos saturados y halogenuros de alquilo

- 1.2.1 Concepto de hidrocarburos y su clasificación.
- 1.2.2 Nomenclatura de alcanos y cicloalcanos
- 1.2.3 Nomenclatura IUPAC de halogenuros de alquilo y arilo
- 1.2.4 Análisis conformacional

###### 1.3 Estereoquímica.

- 1.3.1 Estereoquímica y su importancia.
- 1.3.2 Representación de moléculas tridimensionales. Configuración absoluta. Actividad óptica

###### 1.4 Hidrocarburos alifáticos no saturados

- 1.4.1 Estructura y clasificación.
- 1.4.2 Nomenclatura: IUPAC y común.
- 1.4.3 Índice de deficiencia de hidrógeno (IDH) y  $\Omega$
- 1.4.4 Conjugación y resonancia.
- 1.4.5 Estabilidad de alquenos y alquinos

**1.5 Hidrocarburos aromáticos**

- 1.5.1 Aromaticidad
- 1.5.2 Clasificación
- 1.5.3 Nomenclatura: IUPAC y común

**1.6 Propiedades físicas de hidrocarburos, halogenuros, éteres, alcoholes y fenoles.**

- 1.6.1 Fuerzas intermoleculares
- 1.6.2 Momento dipolar, polaridad y constante dieléctrica
- 1.6.3 Propiedades físicas.

**UNIDAD 2: PROPIEDADES QUÍMICAS DE HIDROCARBUROS**

- 2.1 Generalidades de reacciones orgánicas.
- 2.2 Reacciones de adición alquenos y alquinos: Adición electrofílica, acidez de hidrógenos.
  - 2.2.1 Adición electrofílica, mecanismos, reactividad.
  - 2.2.2 Adición de reactivos no simétricos.
  - 2.2.3 Adición de reactivos simétricos.
  - 2.2.4 Reacción con agente oxidante.
  - 2.2.5 Propiedades químicas de alquinos.
- 2.3 Sustitución electrofílica aromática (SEA)
  - 2.3.1 Mecanismo general
  - 2.3.2 Reacciones de monosustitución
  - 2.3.3 Influencia de sustituyentes
  - 2.3.4 Reacciones de disustitución
  - 2.3.5 Reacción SEA en naftaleno

**UNIDAD 3: COMPUESTOS ORGÁNICOS QUE POSEEN ENLACE SIMPLE CARBONO-HALÓGENO (C-X) Y CARBONO OXÍGENO (C-O): GENERALIDADES Y NOMENCLATURA**

- 3.1 Halogenuros de alquilo y arilo.
  - 3.1.1 Estructura y clasificación: alifático y aromático. Primario, secundario y terciario.
  - 3.1.2 Nomenclatura IUPAC (repaso), común y de clase funcional.
- 3.2 Alcoholes fenoles y éteres.
  - 3.2.1 Estructura y clasificación. Alcoholes monohidroxilados, dioles, trioles y polihidroxilados. Primario, secundario y terciario. Saturados e insaturados. Éteres alicíclicos y acíclicos. Éteres fenólicos. Epóxidos.
  - 3.2.2 Nomenclatura IUPAC, de clase funcional, común y derivada (carbinoles) de ROH, AROH y sus sales y ROR.

- 3.2.3 Propiedades químicas de éteres y epóxidos.
- 3.2.4 Propiedades químicas de fenoles y alcoholes.
- 3.2.5 Estabilidad de la base conjugada (efecto de resonancia e inductivo)
- 3.2.6 Efecto de sustituyentes sobre la acidez

#### **UNIDAD 4: PROPIEDADES QUÍMICAS DE COMPUESTOS CON ENLACE SIMPLE C-X Y C- O. REACCIONES DE SUSTITUCIÓN NUCLEOFÍLICA Y ELIMINACIÓN.**

##### **4.1 PROPIEDADES QUÍMICAS: SUSTITUCIÓN NUCLEOFÍLICA ALIFÁTICA ( $S_N2$ Y $S_N1$ ). ELIMINACIONES (E1 Y E2)**

- 4.1.1 Mecanismo general  $S_N2$ .
- 4.1.2 Mecanismo general  $S_N1$ .
- 4.1.3 Efecto de la estructura del grupo alquilo, disolventes, grupo saliente y nucleófilo sobre la reactividad.
- 4.1.4 Reacciones competitivas Eliminación. Mecanismo general.
- 4.1.5 Formación del enlace doble y triple carbono-carbono.
- 4.1.6 Preparación de alcoholes y éteres.
- 4.1.7 Formación del enlace simple carbono-nitrógeno.
- 4.1.8 Formación del enlace simple carbono-metal.
- 4.1.9 Formación de haluros de alquilo.
- 4.1.10 Ruptura de éteres.
- 4.1.11 Apertura de epóxidos.
- 4.1.12 Otras reacciones de alcoholes.
- 4.1.13 Sustitución electrofílica aromática (SEA) en fenoles y éteres alquilarílicos.

## PROGRAMA ANALÍTICO:

UNIDAD 1: CONCEPTOS GENERALES E HIDROCARBUROS ALIFÁTICOS Y AROMÁTICOS		
Metas Específicas	Contenido Temático	PERIODOS
<p><b>El estudiante debe lograr:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Asociar el desarrollo de la Química con la historia de la humanidad y su cultura en forma cronológica hasta llegar a definir química orgánica y establecer la vinculación de la química con otras ciencias, tales como bioquímica, biología, etc.</li><li>• Describir los procesos de excitación-hibridación para el átomo de carbono, que dan lugar a la formación de orbitales sp, sp<sup>2</sup> y sp<sup>3</sup> y predecir la hibridación y geometría de las moléculas orgánicas con base en su enlace.</li><li>• Comparar la geometría, energía de formación, longitud, estabilidad y fuerza de los enlaces C-C, C=C, C≡C, C-O y C-N.</li><li>• Dibujar e interpretar los diferentes tipos de fórmulas estructurales usadas con más frecuencia en química orgánica y manejar el tipo más adecuado de fórmula a utilizar cuando se representan compuestos orgánicos.</li><li>• Comprender el concepto de grupo funcional e identificar y clasificar los compuestos orgánicos según el grupo funcional que contengan.</li><li>• Definir el concepto general de isomería estructural, identificar los diferentes tipos de isómeros estructurales y ejemplificar isómeros estructurales de cadena, posición y función.</li></ul>	<p><b>1.1 GENERALIDADES</b></p> <p>1.1.1 Conceptos fundamentales de la Química Orgánica. Definición. Historia (evolución). Campo que comprende. Relación con otras ciencias. Importancia de su estudio para la sociedad moderna.</p> <p>1.1.2 Descripción por parte del estudiante de la estructura atómica de los elementos que están presentes en compuestos orgánicos: C, H, O, N, (conocimiento adquirido en los cursos de Química General) Formación del enlace simple C-C, C-O, y C-N. Enlace doble C=C y enlace triple C≡C. Concepto de orbital atómico y molecular, en la descripción de la naturaleza del enlace sigma y pi (etano, eteno y etino)</p> <p>1.1.3 Fórmula molecular, empírica, estructural (desarrollada, semidesarrollada, condensada, de líneas o trazos).</p> <p>1.1.4 Concepto de función química. Clasificación de los compuestos orgánicos a estudiar en el curso, según el grupo funcional.</p> <p>1.1.5 ISOMERIA ESTRUCTURAL plana de cadena, de posición y de función.</p>	<p><b>3</b></p>

<p><b>El estudiante debe lograr:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Definir y clasificar correctamente la familia de los hidrocarburos.</li> <li>Explicar en que consiste una serie homóloga y ejemplificar series homólogas de compuestos orgánicos.</li> <li>Deducir cuáles son los miembros faltantes en una serie homóloga propuesta.</li> <li>Aplicar las reglas básicas de nomenclatura oficiales dictadas por IUPAC para nombrar hidrocarburos, incluyendo los nombres comunes oficializados por IUPAC y los más utilizados para nombrar alcanos.</li> <li>Reconocer los prefijos estructurales n-, iso-, neo-, sec-, ter- aplicados a la nomenclatura de alcanos.</li> <li>Escribir correctamente la fórmula estructural que corresponde a un alcano en particular partiendo de su nombre oficial (IUPAC)</li> <li>Escribir el nombre correcto de un alcano a partir de su fórmula estructural</li> <li>Identificar dentro de fórmulas químicas a los carbonos primarios, secundarios, terciarios y cuaternarios.</li> <li>Comprender y diferenciar los fenómenos que originan tensión torsional, angular y estérica en un compuesto y que afectan la conformación.</li> <li>Relacionar e interpretar los calores de combustión con la estabilidad de los hidrocarburos de cadena abierta y cíclicos.</li> <li>Interpretar correctamente las estructuras de Newman y aplicarlas para representar conformeros de moléculas orgánicas.</li> <li>Contrastar, desde el punto de vista de la estabilidad, los conformeros típicos de compuestos de cadena abierta y del ciclohexano y sus derivados.</li> <li>En el análisis conformacional del ciclohexano y sus derivados, diferenciar entre los conformeros e isómeros geométricos y representar adecuadamente los conformeros empleando fórmulas de silla y de bote y emplear estructuras de Newman para identificar las interacciones estéricas existentes en ciclohexanos mono y disustituídos.</li> </ul>	<p><b>1.2 HIDROCARBUROS ALIFATICOS SATURADOS Y HALOGENUROS DE ALQUILO Y ARILO</b></p> <p>1.2.1 Concepto de hidrocarburos, clasificación: Alifáticos/aromáticos, saturados/insaturados, acíclicos/alíciclicos,</p> <p>1.2.2 ALCANOS Y CARBOCICLOS MONOCICLICOS Serie homóloga. Nomenclatura, Reglas IUPAC, grupos alquilo C<sub>1</sub> a C<sub>5</sub>, carbonos 1º, 2º, 3º y 4º. Prefijos n-, iso-, sec, ter y neo, para nombres comunes.</p> <p>1.2.3 Nomenclatura IUPAC de halogenuros de alquilo y arilo.</p> <p>1.2.4 ANALISIS CONFORMACIONAL. Estructuras de Newman análisis energético de compuestos de cadena abierta (C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub>). Formas eclipsadas y alterna. Estabilidad de ciclos, teoría de las tensiones de Baeyer. Conformaciones del ciclohexano: formas de: silla, bote y estructuras de Newman. Sustituyentes axiales y ecuatoriales. Interconversión de conformeros. Isomería cis, trans en compuestos cíclicos disustituídos.</p>	<p><b>3</b></p>
---	--	-----------------

<p><b>El estudiante debe lograr:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Definir el concepto general de estereoisomería y describir los tipos de estereoisómeros existentes.</li> <li>Identificar las estructuras quirales, dibujar sus imágenes especulares e identificar la propiedad física asociada a la presencia de quiralidad.</li> <li>Ejemplificar y representar moléculas con centros quirales empleando fórmulas de trazos y cuñas.</li> <li>Aplicar las reglas de Cahn, Ingold y Prelog en la determinación de la configuración absoluta (R,S)</li> <li>Usar proyecciones de Fischer para identificar y representar correctamente estereoisómeros: enantiómeros, diasterómeros, meso compuestos.</li> <li>Explicar las relaciones entre actividad óptica y quiralidad, pureza óptica y exceso enantiomérico.</li> </ul>	<p><b>1.3 ESTEREOQUÍMICA</b></p> <p>1.3.1 Estereoquímica. Importancia de la estereoquímica. Representación tridimensional de las moléculas en un plano. Estructuras de cuña. Proyecciones de Fischer.</p> <p>1.3.2 Nomenclatura IUPAC (repasso), común y de clase funcional.</p> <p>1.3.3 Isómeros ópticos, configuración absoluta (R, S), (Reglas de Cahn, Ingold, Prelog), actividad óptica, moléculas d y l (+, -), enantiómeros, diasterómeros, mesocompuestos, mezcla racémica.</p>	<p><b>3</b></p>
<p><b>El estudiante debe lograr:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar y clasificar los alquenos y alquinos en función de su estructura.</li> <li>Nombrar correctamente alquenos, alquinos y alqueninos a partir de su estructura.</li> <li>Escribir la estructura de alquenos, alquinos y alqueninos a partir de su nombre.</li> <li>Explicar los factores que determinan la restricción de la rotación del doble enlace.</li> <li>Identificar los isómeros geométricos y asignar correctamente los identificadores cis, trans y E-Z</li> <li>Nombrar compuestos de acuerdo a los lineamientos de la nomenclatura E, Z.</li> <li>Calcular e interpretar el valor de IDH (<math>\Omega</math>) en compuestos orgánicos y proponer estructuras de compuestos que cumplan un IDH dado</li> <li>Dibujar las estructuras de resonancia de compuestos alifáticos y aromáticos.</li> <li>Relacionar los valores de calor de hidrogenación con la estructura y estabilidad de los alquenos y alquinos.</li> <li>Reconocer los diferentes efectos (inductivo, de resonancia e hiperconjugación) que influyen en la estabilidad de alquenos y alquinos.</li> </ul>	<p><b>1.4 HIDROCARBUROS ALIFATICOS NO SATURADOS</b></p> <p>1.4.1 Estructura y clasificación: alquenos, alquinos, alqueninos, acíclicos, alicíclicos, cicloalquenos, cicloalquinos, monoinsaturados, alcapolienos, alcapoliinos, aislados, acumulados, conjugados, terminales, internos, exocíclicos, endocíclicos.</p> <p>1.4.2 Nomenclatura: IUPAC y común. Grupos o radicales alquenilo (<math>C_2</math> y <math>C_3</math>) y alquinilo. Isómeros geométricos Cis, Trans y E,Z: reglas de Cahn, Ingold y Prelog.</p> <p>1.4.3 Índice de deficiencia de hidrógeno (I.D.H.) y <math>\Omega</math></p> <p>1.4.4 Conjugación. Resonancia. Estructuras de resonancia. Híbrido de resonancia.</p> <p>1.4.5 Estabilidad de alquenos y alquinos. Calor de hidrogenación.</p>	<p><b>2</b></p>



<p><b>El estudiante debe lograr:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar si la regla de Hückel se aplica a una estructura dada, utilizar la regla del polígono para dibujar el diagrama de energía de orbitales moleculares y así predecir si el compuesto es aromático, no aromático o antiaromático.</li> <li>• Determinar si una estructura de un compuesto heterocíclico será aromática y determinar si el par de electrones no enlazados del heteroátomo se utiliza en el sistema aromático.</li> <li>• Clasificar los tipos de hidrocarburos aromáticos.</li> <li>• Nombrar los hidrocarburos aromáticos usando nomenclatura común.</li> <li>• Aplicar las reglas de nomenclatura IUPAC para nombrar estructuras que contienen anillos aromáticos.</li> </ul>	<p><b>1.5 HIDROCARBUROS AROMÁTICOS</b></p> <p>1.5.1. Aromaticidad. Características para que un compuesto presente aromaticidad: Regla de Hückel (compuestos aromáticos, no aromáticos y antiaromáticos). Resonancia. Estructuras de resonancia. Híbrido de resonancia. Iones aromáticos. Compuestos heterocíclicos aromáticos.</p> <p>1.5.2. Clasificación: fusionados y aislados.</p> <p>1.5.3 Nomenclatura: IUPAC y común de hidrocarburos aromáticos.</p>	<p><b>2</b></p>
<p><b>El estudiante debe lograr:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar el momento dipolar y polaridad con la estructura (tipo de enlaces y átomos involucrados) de un compuesto.</li> <li>• Inferir el tipo de fuerzas intermoleculares que presentan los diferentes tipos de compuestos orgánicos de acuerdo a su estructura molecular y la función química presente.</li> <li>• Relacionar el tipo de fuerzas intermoleculares con algunas propiedades físicas comunes (puntos de fusión, punto de ebullición, densidad, solubilidad) de las sustancias.</li> <li>• Explicar las diferencias de las propiedades físicas entre isómeros estructurales de cadena, de posición, de función y en isómeros geométricos.</li> </ul>	<p><b>1.6 PROPIEDADES FÍSICAS DE HIDROCARBUROS, HALOGENUROS, ÉTERES, ALCOHOLES y FENOLES</b></p> <p>1.6.1 Fuerzas intermoleculares</p> <p>1.6.2 Momento dipolar y polaridad. Constante dieléctrica.</p> <p>1.6.3 Diferencias de estado físico, punto de fusión, punto de ebullición, densidad relativa al agua y solubilidad entre isómeros estructurales de cadena e isómeros geométricos.</p>	<p><b>2</b></p>

## UNIDAD 2: PROPIEDADES QUÍMICAS DE HIDROCARBUROS

### El estudiante debe lograr:

- Diferenciar la ruptura de enlace homolítico del heterolítico.
- Identificar las características de los diferentes tipos de reacciones orgánicas: radicalares, iónicas, sustitución, eliminación, adición y transposición.
- Identificar sustratos y reactivos en reacciones orgánicas y clasificarlos como nucleófilos o electrófilos.
- Definir qué es un mecanismo de reacción.
- Identificar el "sitio activo" o "centro de reacción" de una molécula e indicar cuáles efectos determinan el sitio activo de una molécula
- Dibujar e interpretar correctamente diagramas del perfil de energía de reacción y utilizarlo para identificar los factores que controlan la termodinámica y cinética de una reacción.
- Dibujar y describir las estructuras de los diferentes intermediarios de reacción (carbocationes, carbaniones y radicales) y las características estructurales que los estabilizan. Explicar cuáles son electrofílicos y cuáles nucleofílicos..
- Utilizar el mecanismo, la termodinámica y la cinética de una reacción para predecir el producto principal de una reacción.

### 2.1 GENERALIDADES DE REACCIONES ORGÁNICAS:

Clasificación de las reacciones orgánicas: iónica y radicalares; sustitución, eliminación, adición, y transposición. Clasificación de los reactivos (nucleofílicos y electrofílicos). Mecanismos de reacción (definición); intermediarios reactivos (carbocationes, carbaniones y radicales) Efectos inductivo, estérico y de resonancia sobre reactividad. Perfil de reacción: cambios energéticos, diagramas de perfil de energía.

2

### El estudiante debe lograr:

- Comprender el mecanismo general de Adición Electrofílica.
- Diferenciar un producto Markovnikov de uno anti-Markovnikov (regioquímica de la reacción) en la adición de reactivos no simétricos a dobles enlaces y prediga los respectivos productos.
- Predecir el producto de la reacción de alquenos y alquinos con reactivos simétricos ( $H_2$  y  $X_2$ ) Relacionar los valores de calor de hidrogenación con la estructura y estabilidad de los alquenos.
- Aplicar e interpretar la reacción de adición de  $Br_2$  como una prueba de identificación para hidrocarburos alifáticos insaturados.
- Reconocer la estereoselectividad que se obtiene en los productos de hidrogenación de dobles enlaces utilizando diferentes reactivos.
- Indicar el producto de la hidrogenación-oxidación de alquenos y su estereoselectividad.
- Comparar la regioquímica y la estereoselectividad (syn o anti) obtenida en el producto de

### 2.2 REACCIONES DE ADICIÓN ALQUENOS Y ALQUINOS: ADICIÓN ELECTROFÍLICA, ACIDEZ DE HIDRÓGENOS.

- 2.2.1 Adición electrofílica. Mecanismo general. Curva de energía. Carbocationes y su estabilidad, transposiciones. Efecto polar inductivo, de resonancia e hiper-conjugación. Reactividad de alquenos
- 2.2.2 Adición de reactivos no simétricos:  $HX$ ,  $H_2O$ ,  $ROH$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HOX$ ,  $HCN$ . Polimerización catiónica. Regla de Markovnikov. Adición de  $HBr$  en presencia de peróxidos. Hidroboración-oxidación. Adición anti-Markovnikov.
- 2.2.3 Adición de reactivos simétricos:  $X_2$  formación de compuestos halogenados. Hidrogenación catalítica. Reactividad y

4

<p>hidroboración-oxidación e hidratación de alquenos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inferir el producto de la hidratación de alquinos y la tautomería ceto-enólica asociada al producto.</li> <li>• Conocer y aplicar la reacción de alquenos con <math>\text{KMnO}_4</math> en medio básico como una forma de obtención de dioles vecinales y como una prueba de identificación para hidrocarburos alifáticos insaturados.</li> <li>• Comparar la acidez de los hidrocarburos alifáticos saturados e insaturados, y comprenda los factores que afectan la acidez de estos compuestos.</li> <li>• Conocer y aplicar varias reacciones características de alquinos terminales en la formación de sales metálicas de Na, Ag y Cu y como prueba de identificación para alquinos terminales.</li> </ul>	<p>estabilidad de alquenos</p> <p>2.2.4 Reacción con agente oxidante <math>\text{KMnO}_4</math>. Formación de glicoles. Estado de oxidación del carbono. Prueba de Baeyer.</p> <p>2.2.5 Propiedades químicas de alquinos: Adición electrofílica: catión vinilo, estabilidad y reactividad relativa. Hidratación y tautomería ceto-enol. Hidrogenación (cis y trans). Hidrohalogenación. Halogenación. Acidez. Formación de sales metálicas (Na, Ag, Cu). Análisis cualitativo por formación de sales de plata y de cobre.</p>	
--	---	--

<p><b>El estudiante debe lograr:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender el mecanismo general de la sustitución electrofílica aromática.</li> <li>• Dibujar las formas de resonancia para los complejos sigma que resulten del ataque electrofílico en anillos aromáticos sustituidos.</li> <li>• Determinar la influencia de grupos sustituyentes electrón dadores y electrón atrayentes en la orientación de la SEA en el anillo bencénico.</li> <li>• Inferir por la presencia de grupos sustituyentes, si un anillo bencénico está activado o desactivado frente a una SEA</li> <li>• Reconocer diferentes reacciones de SEA (halogenación, nitración, sulfonación y alquilación), sus condiciones de reacción y predecir los productos que de ellas resultan en el benceno y en anillos bencénicos monosustituídos.</li> </ul>	<p><b>2.3 SUSTITUCION ELECTROFILICA AROMATICA (SEA).</b></p> <p>2.3.1 Mecanismo general. Curva de energía.</p> <p>2.3.2 Reacciones de monosustitución en anillo bencénico. Reacción de halogenación, nitración, sulfonación, alquilación y acilación.</p> <p>2.3.3 Influencia de la acción orientadora de un sustituyente electrodonador y electroatrayente</p> <p>2.3.4 Reacciones de disustitución, orientación y condiciones de reacción. SEA en fenoles y anilinas.</p> <p>2.3.5 Reacción SEA en naftaleno: posiciones reactivas.</p>	<p><b>3</b></p>
---	---	-----------------

### UNIDAD 3: COMPUESTOS ORGÁNICOS QUE POSEEN ENLACE SIMPLE CARBONO-HALÓGENO (C-X) Y CARBONO OXÍGENO (C-O): GENERALIDADES Y NOMENCLATURA

#### El estudiante debe lograr:

- Nombrar correctamente utilizando reglas IUPAC, nomenclatura común y de clase funcional a los halogenuros de alquilo y de arilo, alcoholes, fenoles y éteres.
- Interpretar correctamente los valores de  $pK_a$  y  $K_a$  de alcoholes y fenoles.
- Comparar la fuerza ácida de alcoholes y fenoles entre sí y con respecto a otros compuestos orgánicos ya estudiados.
- Predecir órdenes relativos de acidez de alcoholes y fenoles entre sí y respecto a otros compuestos.
- Inferir el efecto de sustituyentes presentes en alcoholes y fenoles sobre la acidez de los mismos.
- Contrastar las similitudes y diferencias que presentan alcoholes y fenoles

#### 3.1 HALOGENUROS DE ALQUILO Y ARILO

- 3.1.1 Estructura y clasificación: alifático y aromático. Primario, secundario y terciario.
- 3.1.2. Nomenclatura IUPAC (repaso), común y de clase funcional.

#### 3.2 ALCOHOLES, FENOLES Y ÉTERES

- 3.2.1 Estructura y clasificación. Alcoholes monohidroxilados, dioles, trioles y polihidroxilados. Primario, secundario y terciario. Saturados e insaturados. Éteres alicíclicos y acíclicos. Éteres fenólicos. Epóxidos.
- 3.2.2 Nomenclatura IUPAC, común y derivada (carbinoles) de ROH, ArOH, sus sales y ROR.
- 3.2.3 Propiedades químicas de éteres y epóxidos: cierre y apertura de epóxido  
síntesis de Williamson, reacción con reactivos nucleofílicos, reacción con HBr concentrado.
- 3.2.4 Propiedades químicas de fenoles y alcoholes. Acidez relativa (ruptura del enlace O-H) y formación de sales.
- 3.2.5 Estabilidad de la base conjugada (efecto de resonancia e inductivo)
- 3.2.6 Efecto de sustituyentes sobre la acidez

5

**UNIDAD 4: PROPIEDADES QUÍMICAS DE COMPUESTOS CON ENLACE SIMPLE C-X Y C- O. REACCIONES DE SUSTITUCIÓN NUCLEOFÍLICA Y ELIMINACIÓN****El estudiante debe lograr:**

- Identificar los sitios reactivos de halogenuros de alquilo y arilo, alcoholes, fenoles y éteres y a partir de ello, deducir cuál será el mecanismo de reacción favorecido.
- Definir lo que es una sustitución nucleofílica y comprender el mecanismo general y reconocer las diferencias entre los mecanismos de  $S_N2$  y  $S_N1$ , incluyendo perfiles de energía y estereoquímica.
- Predecir y explicar las estabildades relativas y el reordenamiento de carbocationes en reacciones  $S_N1$ .
- Dado un conjunto de condiciones de reacción, predecir el orden de la reacción y la estructura de los productos más probables.
- Comprender y contrastar los mecanismos E1 y E2
- Identificar los factores que afectan las reacciones de eliminación.
- Predecir cuáles sustituciones nucleofílicas o eliminaciones serán predominantes, de acuerdo con las diferencias relacionadas con el sustrato, nucleófilo, grupo saliente y temperatura.
- Bosqueje rutas sintéticas sencillas para la preparación de otros tipos de compuestos, como alquenos, alquinos, alcoholes, éteres y aminas, mediante reacciones de sustitución nucleofílica y eliminación.
- Identificar los factores que determinan la poca reactividad de éteres y la diferencia con la reactividad de epóxidos.
- Identificar y describir el grupo funcional característico de los reactivos de Grignard
- Evaluar la importancia de los reactivos organometálicos en la síntesis de compuestos orgánicos.
- Revise las reacciones de sustitución electrofílica aromática en fenoles y en éteres diarílicos o alquilarílicos.
- Proponga sustratos y reactivos para las reacciones donde participan alcoholes, fenoles y éteres.
- Integre los conocimientos anteriores para evaluar las propiedades químicas de halogenuros, alcoholes, fenoles y éteres.

**4.1 PROPIEDADES QUÍMICAS: SUSTITUCIÓN NUCLEOFILICA ALIFATICA ( $S_N2$  Y  $S_N1$ ). ELIMINACIONES (E1 y E2).**

- 4.1.1 Mecanismo general  $S_N2$ . Estado de transición. Inversión de Walden. Curva de energía.
- 4.1.2 Mecanismo general  $S_N1$ . Producto intermediario de la reacción:  $C^+$  y estabilidad. Racemización. Curva de energía.
- 4.1.3 Efecto de la estructura del grupo alquilo (Carbono  $\beta$ ), disolventes próticos y apróticos, grupo saliente y nucleófilo sobre la reactividad.
- 4.1.4 Reacciones competitivas. Eliminación. Mecanismo general.
- 4.1.5 Formación del enlace doble y triple carbono-carbono: Preparación de alquenos y alquinos por  $S_N$
- 4.1.6 Preparación de: Alcoholes, Éteres (Síntesis de Williamson).
- 4.1.7 Formación del enlace simple carbono-nitrógeno (preparación de aminas).
- 4.1.8 Formación del enlace simple carbono-metal, preparación de compuestos organomagnesianos (reactivo de Grignard, importancia)
- 4.1.9 Formación de haluros de alquilo por reacción de alcoholes con HX,  $PX_5$ ,  $PX_3$  y  $SOCl_2$ .
- 4.1.10 Ruptura de los éteres empleando HI y HBr
- 4.1.11 Apertura de epóxidos empleando ácidos y bases. Apertura de epóxidos empleando reactivos de Grignard. Efecto de los sustituyentes.
- 4.1.12 Otras reacciones de alcoholes: Formación de ésteres por reacción de alcoholes con ácidos inorgánicos ( $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$  y  $H_3PO_4$ ) y cloruro de tosilo.
- 4.1.13 Sustitución electrofílica aromática (SEA) en fenoles y éteres alquilarílicos, un recordatorio

16

## METODOLOGÍA:

Clase magistral dinámica, Trabajo práctico de laboratorio, Actividades de autoaprendizaje: Hojas de trabajo, Guías de estudio, Lectura de documentos, Trabajo grupal, Trabajo monográfico; Exámenes cortos, Exámenes parciales.

### I. PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE LABORATORIO

No.	FECHAS	ACTIVIDAD
1	Ene. 23 al 27	Publicación de listados de laboratorios
2	Ene. 30 al Feb. 3	Instrucciones generales y entrega de gaveta
3	Feb 6 al Feb 10	Determinación de puntos de fusión
4	Feb 13 al Feb 17	Determinación de puntos de ebullición
5	Feb 20 al Feb 24	Muestra desconocida
6	Feb 27 al Mar 3	Extracción de cristal violeta
7	Mar 6 al Mar 10	Extracción de aspirina
8	Mar 13 al Mar 17	Laboratorio teórico
9	Mar 20 al Mar 24	Cromatografía en columna
10	Mar 27 al Mar 31	Laboratorio teórico
11	Abril 3 al 14	Actividades de voluntariado y receso por Semana Santa.
12	Abril 17 al 21	Destilaciones
13	Abril 24 al 28	Devolución de gaveta

#### NOTA:

Los laboratorios teóricos y los exámenes parciales de Laboratorio se realizarán en las fechas que se les indiquen en su oportunidad.

<b>Ponderación de trabajo práctico de laboratorio:</b>	
Exámenes cortos (semanales)	6 puntos
Exámenes parciales de laboratorio(2)	5 puntos
Reportes	6 puntos
Manual	4 puntos
Apreciación	2 puntos
Puntualidad	1 punto
Asistencia	1 punto
<b>TOTAL</b>	<b>25 PUNTOS</b>

## EVALUACIÓN DEL CURSO

La zona constituye el 75% de la calificación y el examen final el 25%

La zona está constituida de la manera siguiente:

Primer examen parcial.....	10 puntos
Segundo examen parcial.....	10 puntos
Tercer examen parcial.....	10 puntos
Exámenes cortos semanales.....	10 puntos
Actividades autoaprendizaje:	
tarefas .....	04 puntos
trabajo grupal.....	06 puntos
Trabajo práctico de laboratorio.....	25 puntos
	=====
<b>ZONA TOTAL</b>	<b>75 puntos</b>

### NOTAS:

- La asistencia al laboratorio es necesaria para tener derecho a examen final, debe ser como mínimo 80%.
- Se realizarán exámenes cortos **semanales** del contenido de teoría y de laboratorio, que se llevarán a cabo los días martes (secciones B y C) y jueves (secciones A y D) **a las 9:10 horas** en los salones 102, 103, 104 y 105 del Edificio T-11.
- No se concederá ningún examen fuera de las fechas programadas.
- Los alumnos deberán examinarse y entregar trabajos asignados en la sección que les corresponde, para que sea considerada en su evaluación.
- Los exámenes parciales se efectuarán en las fechas programadas por el CEDE.
- El puntaje mínimo para aprobación del curso es de sesenta y uno (61) puntos en la escala de cero (0) a cien (100), se deberá aplicar la regla matemática para aproximaciones, según artículo 46 del Reglamento de Evaluación y Promoción de los Estudiantes de la Facultad de CC. QQ. y Farmacia.
- El valor mínimo de zona para tener derecho a examen final del curso es de 36.00 puntos. No se aproximará el valor de zona al número entero superior.
- Dada la naturaleza del curso, es necesario que el estudiante dedique **al menos** 12 horas semanales de estudio independiente, para tener éxito en el mismo.
- Los períodos asignados al laboratorio que eventualmente no se utilicen para el curso de Química Orgánica I se emplearán **en su totalidad** para actividades correspondientes al curso durante el semestre.

- **Los alumnos exonerados de laboratorio tienen la obligatoriedad de tener disponible el horario de laboratorio** (en la jornada matutina )de acuerdo a su sección, ya que en los períodos de laboratorio que no se utilicen, se impartirá teoría del curso.
- Para proporcionar información de interés y relacionada al curso se utilizarán los siguientes medios: a) el blog “quimicaorganica.me” ; b) la página en Facebook: “[www.facebook.com/químicaorgánicausac](http://www.facebook.com/químicaorgánicausac)” ; c) la cuenta en Twitter: “@organicausac”

### III. BIBLIOGRAFIA.

#### **LIBROS DE TEXTO: (Disponibles en biblioteca personal del coordinador del curso. Ediciones anteriores se encuentran en la biblioteca de la facultad, CEDOBF)**

1. McMurry, J. (2,008). QUÍMICA ORGÁNICA. (7ª. Ed.). México D.F.: Cengage Learning Editores, S.A.
2. Carey, F.A. Giuliano, R.M. (2,014). QUIMICA ORGANICA (9ª. Ed.). México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
3. Wade, L. (2,012). QUÍMICA ORGANICA. (7ª. Ed.). Madrid: PEARSON EDUCACION, S.A.

#### **LIBROS AUXILIARES:**

1. Slowing I. (2,000). UN TEXTO BÁSICO DE ORGÁNICA. Guatemala: Ediciones de los geógrafos.
2. Morrison, R. ; Boyd, R. (1,990). QUIMICA ORGANICA. (5ª. Ed.). Wilmington, EEUU: Addison-Wesley Iberoamericana, S. A.
3. Bruice, P. (2,008). QUIMICA ORGÁNICA. (5ª. Ed.). EE.UU. Pearson-Prentice Hall.
4. Wingrove, A. S. ; Caret, R.L. (1,984) QUIMICA ORGANICA ( 1ª. Ed.). México, D. F.: Harla, S. A. de C.V.
5. Streitwieser, A.; Heathcock. C.H. (1,998). QUIMICA ORGANICA. (3ª. Ed.). México D.F. : McGraw-Hill / Interamericana de México, S.A. de C.V.
6. Solomons, T. W. (1,988). FUNDAMENTOS DE QUIMICA ORGANICA. ( 1ª. Ed.). México D. F.: Editorial LIMUSA, S. A. de C. V.
7. Pine, S.H. *et al.* (1,982). QUIMICA ORGANICA (4ª. Ed.). México D.F.: Libros McGraw-Hill de México, S. A. de C.V.
8. Hart, H.; Hart, O.; Craine, L. (1,995) QUIMICA ORGANICA (9ª. Ed.). México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana de México, S. A. de C. V.

#### **LIBROS DE CONSULTA PARA TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO**

1. Vogel, A.I. (1,957). PRACTICAL ORGANIC CHEMISTRY (3a. Ed.). Great Britain: Logman.
2. Muñoz, M. E. (1,975). LA EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA ORGÁNICA (1ª. Ed.). México D. F.: PCSA.
3. Fieser, L.F. (1,967). EXPERIMENTOS ORGÁNICOS (1ª. Ed.). Barcelona: Editorial S. A.
4. Chávez S., F. ; Jiménez P. PRÁCTICAS DE QUÍMICA ORGÁNICA. Publicaciones de la Universidad de Costa Rica.
5. Ph Lion. Travaux . PRACTIQUES DE CHIMIE ORGANIQUE. Paris: Editorial Dunod.
6. Hardegger, E. INTRODUCCIÓN A LAS PRÁCTICAS DE QUÍMICA ORGÁNICA. Barcelona: Editorial Reverté, S.A.
7. Domínguez, X.A. (1,982). QUÍMICA ORGÁNICA EXPERIMENTAL (1ª. Ed.). México: Editorial Limusa.
8. Brewster, R. ; Wandewerf, C. ; McEwen, W. (1,970) CURSO PRÁCTICO DE QUÍMICA ORGÁNICA. (2ª. Ed.). Madrid: Alhambra



---

M.A. Flor de María Lara  
Coordinadora teoría del curso

---

**Vo.Bo.** M.A. Idolly Nefertiti Carranza Forkel  
Jefe, Departamento Química Orgánica

---

**Vo.Bo.** M.A. Nohemí Orozco  
Directora, Escuela de Química