

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE QUÍMICA**

**PROGRAMAS DE ESTUDIO**  
**SÉPTIMO SEMESTRE**

<b>Asignatura</b> QUÍMICA ORGÁNICA V	<b>Ciclo</b> TERMINAL Y DE ESPECIALIZACIÓN	<b>Área</b> QUÍMICA	<b>Departamento</b> QUÍMICA ORGÁNICA
---	--	------------------------	---

**HORAS/SEMANA/SEMESTRE**

<b>OPTATIVA</b>	<b>Clave: 0067</b>	<b>TEORÍA 3 h/48 h</b>	<b>PRÁCTICA 4 h/64 h</b>	<b>CRÉDITOS 10</b>
-----------------	--------------------	------------------------	--------------------------	--------------------

<b>Tipo de asignatura:</b>	<b>TEÓRICO-PRÁCTICA</b>
<b>Modalidad de la asignatura:</b>	<b>CURSO</b>

**ASIGNATURA PRECEDENTE:** Seriación obligatoria con Química Orgánica IV.

**ASIGNATURA SUBSECUENTE:** Ninguna.

**OBJETIVOS:**

Al finalizar el curso, los alumnos:

1. Se expresarán, usando un vocabulario correcto sobre diversos aspectos relacionados con la estructura de los compuestos orgánicos heterocíclicos.
2. Conocerán las propiedades físicas y químicas de los compuestos orgánicos heterocíclicos.
3. Realizarán experimentalmente algunas prácticas relacionadas con la síntesis o bien las propiedades químicas de los compuestos orgánicos heterocíclicos.

**UNIDADES TEMÁTICAS**

<b>NÚMERO DE HORAS POR UNIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
4 T - 8 P  12 h	<p><b>1. REVISIÓN DE LA QUÍMICA DEL GRUPO CARBONILO.</b></p> <p>1.1. Reacciones de aldehídos y cetonas. Estructura del grupo carbonilo. Equilibrio tautomérico. Adiciones nucleofílicas. Cianhidrinas. Adición de amoníaco y derivados. Formación de enaminas. Adición de alcoholes, formación de acetales y cetales, hidrólisis de los mismos.</p> <p>1.2. Tautomería ceto-enólica: formación de enoles y enolatos. Aldehídos y cetonas <math>\alpha,\beta</math>-insaturados. Adición 1,2 vs. 1,4. Reacción de Michael.</p>
12 T - 14 P  26 h	<p><b>2. COMPUESTOS HETEROCÍCLICOS DE CINCO MIEMBROS CON UN HETEROÁTOMO: FURANO, PIRROL Y TIOFENO.</b></p> <p>2.1. Aromaticidad.</p> <p>2.2. Furano. Métodos de síntesis: Paal-Knorr, Feist-Benary, condensación de <math>\alpha</math>-hidroxicetonas con acetilendicarboxilatos de dialquilo. Reacciones: sustitución electrofílica aromática (<math>S_EA</math>), formación de aniones y su adición con electrófilos. Ejemplos de estudio: Síntesis de compuestos furánicos con actividad biológica.</p> <p>2.3. Pirrol. Métodos de síntesis: Paal-Knorr, Hantzsch, Knorr, obtención de aminopirroles, obtención de hidroxipirroles, van Leusen, condensación de <math>\alpha</math>-aminocetonas con acetilendicarboxilatos de dialquilo. Reacciones: sustitución electrofílica aromática (<math>S_EA</math>), formación de aniones y su adición con electrófilos. Ejemplos de estudio: Síntesis de compuestos pirrólicos con actividad biológica.</p> <p>2.4. Tiofeno. Métodos de síntesis: Paal-Knorr, Hinsberg, condensación de <math>\alpha</math>-mercaptocetonas con acetilendicarboxilatos de dialquilo. Reacciones: sustitución electrofílica aromática (<math>S_EA</math>), formación de aniones y su adición con electrófilos. Ejemplos de estudio: Síntesis de compuestos tiofénicos con actividad biológica.</p>

<p>10 T – 15 P</p> <p>25 h</p>	<p><b>3. BENZODERIVADOS DE COMPUESTOS HETEROCÍCLICOS DE CINCO MIEMBROS CON UN HETEROÁTOMO: INDOL Y BENZOFURANO.</b></p> <p><b>3.1. Indol. Métodos de síntesis: Fischer, Madelung, Reissert, Bischler, Nenitzescu. Reacciones: sustitución electrofílica aromática (S<sub>E</sub>A), formación de aniones y su adición con electrófilos. Ejemplos de estudio: Síntesis de compuestos indólicos con actividad biológica.</b></p> <p><b>3.2. Benzofurano. Métodos de síntesis: por ciclación de 2-fenoxicetonas, por medio de una condensación aldólica intramolecular, a partir de cumarinas. Reacciones: sustitución electrofílica aromática (S<sub>E</sub>A), formación de aniones y su adición con electrófilos. Ejemplos de estudio: Síntesis de compuestos benzofuránicos con actividad biológica.</b></p>
<p>8 T – 10 P</p> <p>18 h</p>	<p><b>4. ANILLOS HETEROCÍCLICOS DE CINCO MIEMBROS CON DOS HETEROÁTOMOS: 1,2-AZOLES Y 1,3-AZOLES.</b></p> <p><b>4.1. 1,2-Azoles. Estructura del isoxazol, del isotiazol y del pirazol. Métodos de síntesis para formar isoxazol y pirazol: a partir de compuestos 1,3-dicarbonílicos, a partir de compuestos carbonílicos α,β-insaturados. Métodos para formar isotiazoles: a partir de alquinos conjugados con grupos electroattractores y tiosulfato de sodio, por oxidación intramolecular de intermediarios que contengan una imina y una tiocetona, a partir de isoxazoles. Reacciones: sustitución electrofílica aromática (S<sub>E</sub>A), sustitución nucleofílica aromática (S<sub>N</sub>A), formación de aniones y su adición con electrófilos, funcionalización de un grupo alquilo en la posición 3 y 5. Ejemplos de estudio: Síntesis de compuestos 1,2-azólicos con actividad biológica.</b></p> <p><b>4.2. 1,3-Azoles. Estructura del oxazol, del tiazol y del imidazol. Métodos de síntesis: Robinson-Gabriel, Hantzsch, a partir de isonitrilos, síntesis de Brederick del imidazol. Reacciones: sustitución electrofílica aromática (S<sub>E</sub>A), sustitución nucleofílica aromática (S<sub>N</sub>A), formación de aniones y su adición con electrófilos, funcionalización de un grupo alquilo en la posición 3. Importancia biológica del imidazol. Ejemplos de estudio: Síntesis de compuestos 1,3-azólicos con actividad biológica.</b></p>
<p>8 T – 10 P</p> <p>18 h</p>	<p><b>5. ANILLOS HETEROCÍCLICOS DE SEIS MIEMBROS CON UN HETEROÁTOMO: PIRIDINA.</b></p> <p><b>5.1. Aromaticidad. Estructura de la piridina.</b></p> <p><b>5.2. Métodos de síntesis: Hantzsch (por medio de la oxidación de las 1,4-dihidropiridinas correspondientes), a partir de compuestos 1,5-dicarbonílicos, síntesis de Kröhnke, síntesis de Güareschi-Thorpe. Reacciones: sustitución electrofílica aromática (S<sub>E</sub>A), sustitución nucleofílica aromática (S<sub>N</sub>A), funcionalización de grupos alquilo en la posición 2, 4 y 6.</b></p> <p><b>5.3. N-Óxidos. Formación. Reacciones de sustitución electrofílica aromática (S<sub>E</sub>A).</b></p> <p><b>5.4. Ejemplos de estudio: Síntesis de compuestos piridínicos con actividad biológica.</b></p>
<p>6 T – 7 P</p> <p>13 h</p>	<p><b>6. BENZODERIVADOS DE ANILLOS HETEROCÍCLICOS DE SEIS MIEMBROS CON UN HETEROÁTOMO: QUINOLINA E ISOQUINOLINA.</b></p> <p><b>6.1. Quinolina. Estructura, analogía con la piridina. Métodos de síntesis: Skraup, Doebner-von Miller, Combes, Friedlander. Reacciones: sustitución electrofílica aromática (S<sub>E</sub>A), sustitución nucleofílica aromática (S<sub>N</sub>A), funcionalización de grupos alquilo en la posición 2 y 4. N-Óxidos: Formación. Reacciones: sustitución electrofílica aromática (S<sub>E</sub>A).</b></p> <p><b>6.2. Isoquinolinas. Estructura, analogía con la piridina. Métodos de síntesis: Bischler-Napieralski, Pictet-Spengler, Pomeranz-Fritsch. Reacciones: sustitución electrofílica aromática (S<sub>E</sub>A), sustitución nucleofílica aromática (S<sub>N</sub>A), funcionalización de grupos alquilo en la posición 1. N-Óxidos: Formación. Reacciones: sustitución electrofílica aromática (S<sub>E</sub>A).</b></p> <p><b>6.3. Ejemplos de estudio: Síntesis de compuestos quinolínicos e isoquinolínicos con actividad biológica.</b></p>

SUMA: 48 T - 64 P = 112 h

**BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:**

1. Joule, J. A., Mills, K., *Heterocyclic Chemistry*, 5<sup>th</sup> Ed., Wiley, 2010.
2. Li, J. J., *Name Reactions in Heterocyclic Chemistry*, 1<sup>st</sup> Ed., New Jersey, Wiley, 2005.
3. Davies, D. T., *Aromatic Heterocyclic Chemistry*, New York, Oxford University Press, 1992.
4. Gilchrist, T. L., *Heterocyclic Chemistry*, 3<sup>rd</sup> Ed., England, Addison-Wesley Longman, 1997.
5. Paquette, L. A., *Fundamentos de Química Heterocíclica*, 6<sup>a</sup> reimpresión, México, Limusa, 2008.
6. Clayden, J., Greeves, N., Warren, S., Wothers, P., *Organic Chemistry*, New York, Oxford University Press, 2001.
7. García-Ortega, H., *Química Heterocíclica Aromática*. Facultad de Química, UNAM, 2019.

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:**

1. Katritzky, A. R., Pozharskii, A. F., *Handbook of Heterocyclic Chemistry*, 2<sup>nd</sup> Ed., New York, Pergamon, 2000.
2. Pozharskii, A. F., Soldatenkov, A. T., Katritzky, A. R., *Heterocycles in Life and Society*, New York, John Wiley & Sons, 1997.
3. Eicher, T., Hauptmann, S., *The Chemistry of Heterocycles*, New York, Georg Thieme Verlag, 1995.

**SUGERENCIAS DIDÁCTICAS**

1. Resolución de tareas y series de problemas de apoyo que incluyan los conceptos básicos que se tratan en el curso.
2. Uso del material didáctico, revistas especializadas, publicaciones periódicas, libros de texto, CD-ROM.
3. Empleo de modelos moleculares y programas de simulación.

**FORMA DE EVALUAR**

Parte teórica: 60%, evaluada a través de 3 exámenes parciales y resolución de series de problemas y examen final.

Parte experimental: 40%, evaluada a través de los resultados obtenidos en el laboratorio, exámenes semanales e informes semanales.

**PERFIL PROFESIOGRÁFICO DE QUIENES PUEDEN IMPARTIR LA ASIGNATURA**

El profesorado deberá tener una licenciatura en Química o QFB, preferentemente poseer estudios de Maestría o Doctorado en Ciencias Químicas, con experiencia en síntesis y caracterización de compuestos orgánicos, en particular heterocíclicos.