

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2024/2025

Identificación y características de la asignatura			
Código	503244	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Química de Productos Naturales		
Denominación (inglés)	Natural Product Chemistry		
Titulaciones	Grado en Bioquímica		
Centro	Facultad de Veterinaria		
Semestre	8	Carácter	Optativa
Módulo	Optativas		
Materia	Química de Productos Naturales		
Profesor/es			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
Ana María Gómez Neo	Dpto. Química Orgánica e Inorgánica, Nº 13	aneo@unex.es	
Área de conocimiento	Química Orgánica		
Departamento	Química Orgánica e Inorgánica		
Profesor coordinador (si hay más de uno)			
Competencias			
COMPETENCIAS GENERALES			
CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6			
Todas las recogidas en el Plan de Estudios del Título.			
CG1 - Saber identificar la organización y función de los sistemas biológicos en los niveles celular y molecular, siendo capaces de discernir los diferentes mecanismos moleculares y las transformaciones químicas responsables de un proceso biológico.			
CG2 - Saber aplicar los conocimientos de Bioquímica y Biología Molecular a la práctica profesional y poseer las competencias y habilidades intelectuales necesarias para dicha práctica, incluyendo capacidad de: gestión de la información, análisis y síntesis, resolución de problemas, organización y planificación y generación de nuevas ideas.			
CG3 - Ser capaces de reunir e interpretar datos, información y resultados relevantes, obtener conclusiones y emitir informes razonados en temas relevantes de índole social, científica o ética en conexión con los avances en Bioquímica y Biología Molecular.			
CG4 - Saber transmitir información, ideas, problemas y soluciones en el ámbito de la Bioquímica y Biología Molecular a un público tanto especializado como no especializado.			
CG5 - Desarrollar aquellas estrategias y habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en el área de Bioquímica y Biología Molecular y otras áreas afines con un alto grado de autonomía.			
CG6 - Adquirir habilidades en el manejo de programas informáticos incluyendo el acceso a bases de datos bibliográficas, estructurales o de cualquier otro tipo útiles en Bioquímica y Biología Molecular.			
COMPETENCIAS BÁSICAS			
CB1, CB2, CB3, CB4, CB5			
Todas las recogidas en el Plan de Estudios del Título.			
CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio			

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
COMPETENCIAS TRANSVERSALES CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9 Todas las recogidas en el Plan de Estudios del Título.
CT1 - Tener compromiso ético y preocupación por la deontología profesional.
CT2 - Saber utilizar las herramientas informáticas básicas para la comunicación, la búsqueda de información, y el tratamiento de datos en su actividad profesional.
CT3 - Tener capacidad de análisis, síntesis y razonamiento crítico en la aplicación del método científico.
CT4 - Tener capacidad de aprendizaje y trabajo autónomo (capacidad de análisis, de síntesis, de visiones globales y de aplicación de los conocimientos a la práctica/capacidad de tomar decisiones y adaptación a nuevas situaciones).
CT5 - Tener capacidad comunicativa (capacidad de comprender y de expresarse oralmente y por escrito, dominando el lenguaje especializado).
CT6 - Capacidad creativa y emprendedora (capacidad de formular, diseñar y gestionar proyectos/capacidad de buscar e integrar nuevos conocimientos y actitudes)
CT7 - Tener capacidad de trabajo en equipo (capacidad de colaborar con los demás y de contribuir a un proyecto común/capacidad de colaborar en equipos interdisciplinarios y en equipos multiculturales).
CT8 - Tener capacidad de desenvolverse con seguridad en un laboratorio.
CT9 - Ser capaz de utilizar el inglés como vehículo de comunicación científica.
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE3, CE21, CE22, CE24, CE27, CE30
CE3 - Comprender los principios básicos que determinan la estructura molecular y la reactividad química de las biomoléculas sencillas.
CE21 - Comprender y conocer de forma integrada la diversidad de los seres vivos, atendiendo a sus diferentes niveles de organización.
CE22 - Conocer la diversidad, el metabolismo y las aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos procarióticos y eucarióticos y de los virus.
CE24 - Adquirir el conocimiento de las técnicas analíticas, experimentales e informáticas habituales en biociencias y saber interpretar la información que aportan
CE27 - Conocer y entender los cambios bioquímicos, moleculares y genéticos que ocurren en un amplio rango de patologías humanas, y saber explicar los mecanismos moleculares implicados en estos cambios.
CE30 - Conocer cómo se determinan en el laboratorio clínico los marcadores genéticos, moleculares y bioquímicos asociados a las diferentes patologías, y ser capaz de evaluar de forma crítica como pueden usarse en el diagnóstico y en el pronóstico de las enfermedades.
Contenidos
Breve descripción del contenido
Clasificación y estructura de los principales tipos de metabolitos secundarios. Principales rutas metabólicas. Importancia biológica y farmacéutica de los productos naturales. Interacción con las dianas biológicas. Métodos y técnicas de aislamiento, determinación estructural y síntesis.

Temario de la asignatura
<p>Denominación del tema 1: Introducción a la Química de los Productos Naturales.</p> <p>Contenidos del tema 1: Metabolismo primario y secundario. Conexión entre metabolitos primarios y secundarios. Principales rutas metabólicas. Determinación experimental de secuencias biosintéticas. El fragmento de un átomo de carbono: reacciones de metilación y relacionadas. Interés ecológico y farmacológico de los productos naturales. Aislamiento y determinación estructural. Quiralidad en la Naturaleza.</p> <p>Descripción de las actividades Prácticas del Tema 1: Práctica 5, Práctica 6</p> <p>Competencias: CE3, CE21, CE22, CE24, CE27.</p>
<p>Denominación del tema 2: Ruta del acetato. Policétidos.</p> <p>Contenidos del tema 2: Formación y ciclación de la cadena policétida lineal. Principales metabolitos secundarios de origen policétido. Ácidos grasos. Compuestos olefínicos; prostaglandinas. Compuestos acetilénicos. Macrólidos. Poliéteres. Policétidos aromáticos. Antraquinonas. Tropolonas.</p> <p>Descripción de las actividades Prácticas del Tema 2: Práctica 1</p> <p>Competencias: CE3, CE22, CE24.</p>
<p>Denominación del tema 3: La vía del ácido siquímico.</p> <p>Contenidos del tema 3: Biosíntesis del ácido siquímico. Aminoácidos aromáticos: fenilalanina, tirosina y triptófano. Fenilpropanoides y derivados. Ácidos cinámicos y benzóicos. Cumarinas. Lignanos. Taninos. Metabolitos de origen biogenético mixto. Flavonoides. Isoflavonoides. Xantonas.</p> <p>Descripción de las actividades Prácticas del Tema 2: Práctica 4</p> <p>Competencias: CE3, CE22, CE24.</p>
<p>Denominación del tema 4: Rutas del mevalonato y del metileritritolfosfato. Terpenos y esteroides.</p> <p>Contenidos del tema 4: Terpenos: distribución e importancia. Características estructurales y Clasificación. Biosíntesis del ácido mevalónico, del 2-C-metileritritol-4-fosfato y de las unidades C5: pirofosfato de isopentenilo (IPP) y pirofosfato de dimetilalilo (DMAPP). Biosíntesis de las distintas familias de terpenos. Compuestos terpénicos de interés biológico.</p> <p>Descripción de las actividades Prácticas del Tema 4: Práctica 2</p> <p>Competencias: CE3, CE22, CE24.</p>
<p>Denominación del tema 5: Alcaloides</p> <p>Contenidos del tema 5: Alcaloides. Estructura y clasificación. Reacciones químicas implicadas en la formación del enlace C-N. Biosíntesis de alcaloides derivados de aminoácidos aromáticos. Alcaloides derivados de la fenilalanina y tirosina. Alcaloides derivados de triptófano: alcaloides indólicos. Alcaloides derivados de la ornitina y lisina: alcaloides pirrolidínicos y piperidínicos. Alcaloides de otros orígenes. Otros compuestos nitrogenados. Pirimidinas, purinas y pteridinas. Pirroles y porfirinas.</p> <p>Descripción de las actividades Prácticas del Tema 5: Práctica 3</p> <p>Competencias: CE3, CE22, CE24.</p>
<p>Denominación del tema 6: Productos naturales marinos. Química ecológica.</p> <p>Contenidos del tema 6: Caracterización de productos naturales marinos. Organismos marinos: plantas, bacterias, hongos, esponjas, corales. Constituyentes bioactivos de los organismos marinos. Química ecológica.</p> <p>Descripción de las actividades Prácticas del Tema 6: Práctica 3</p> <p>Competencias: CE3, CE21, CE22, CE24.</p>
<p>Denominación del tema 7: Dianas terapéuticas.</p> <p>Contenidos del tema 7: Dianas terapéuticas. Interacción fármaco-receptor. Aspectos físico-químicos y estructurales. Factores topológicos. Variación estructural basada en la isostería. Modificaciones bioisostéricas.</p> <p>Competencias: CE3, CE22, CE24, CE27, CE30. Práctica 6</p>
<p>Denominación del tema 8: Síntesis de compuestos bioactivos.</p>

Contenidos del tema 8: Síntesis de compuestos bioactivos. Estrategias generales para la síntesis de moléculas orgánicas complejas. Ejemplos clásicos y tendencias actuales. Síntesis combinatoria. Síntesis en fase sólida.
Competencias: CE3, CE24.

Prácticas de laboratorio

Práctica 1: Extracción sólido-líquido (Soxhlet): aceite de girasol a partir de semillas. 3 horas
Conceptos tratados: aislamiento de metabolitos secundarios, métodos de extracción, ácidos grasos.
Competencias: CE3, CE24.

Práctica 2: Extracción de terpenos. Identificación de metabolitos secundarios en cítricos usando cromatografía de gases y espectrometría de masas. 4 horas
Conceptos tratados: aislamiento y determinación estructural de metabolitos secundarios, técnicas cromatográficas, espectrometría de masas, terpenos.
Competencias: CE3, CE24.

Práctica 3: Extracción y separación de pigmentos de plantas y algas por cromatografía de columna. 4 horas
Conceptos tratados: aislamiento e identificación de metabolitos secundarios, técnicas cromatográficas y espectroscópicas, porfirinas, pigmentos.
Competencias: CE3, CE24.

Práctica 4: Tinción verde con piel de cebolla roja: un tinte sensible al pH y a complejos de aluminio. 4 horas
Conceptos tratados: aislamiento de productos naturales, pigmentos, revalorización de productos naturales, química verde, técnicas espectroscópicas.
Competencias: CE3, CE24.

Práctica 5: Un sendero químico. 2 horas
Conceptos tratados: identificación en el campo de distintas especies de plantas y búsqueda *in situ* de sus metabolitos secundarios y las propiedades de éstos.
Competencias: CE3, CE24, CE27.

Práctica 6: Caracterización de productos naturales. Utilización de bases de datos de productos naturales. 3 horas
Conceptos tratados: técnicas espectroscópicas, manejo de bases de datos de productos naturales.
Competencias: CE3, CE22, CE24, CE27, CE30.

Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno/a por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	CH	L	O	S	TP	EP
1	20	4		2				12
2	22,5	5		3				13,5
3	16,5	5		4				7,5
4	22,5	5		4				13,5
5	22,5	5		4				13,5
6	16	4						12
7	10	4		3				6
8	12,5	5						7,5
Evaluación	7,5	3						4,5
TOTAL	150	40		20				90

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).

CH: Actividades de prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

L: Actividades de laboratorio o prácticas de campo (15 estudiantes)

O: Actividades en sala de ordenadores o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)

S: Actividades de seminario o de problemas en clase (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).
 EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes

Actividad formativa*	ECTS	Horas	Presencialidad (%)	Metodología**
1	1,6	40	26,67	1
2	0,8	20	13,33	2
6	3,6	90	0	4
TOTAL	6	150		

*Actividades formativas: 1. Clases expositivas y participativas. 2. Prácticas de laboratorio. 6. Trabajo autónomo del estudiante.

** Metodología docente: 1. Expositiva-participativa. Clases magistrales en pizarra y/o con apoyo de medios audiovisuales en grupo grande. 2. Expositiva-participativa. Trabajos prácticos en laboratorio, salas de ordenadores u otras instalaciones en grupos reducidos. 4. Actividad no presencial de aprendizaje mediante estudio de la materia, el análisis de documentos, la elaboración de memorias...

Las clases de teoría se realizarán en la franja horaria establecida por la Facultad de Veterinaria publicada en el siguiente enlace: <http://www.unex.es/conocelaunex/centros/veterinaria/informacion-academica/horarios>.

Las prácticas de laboratorio se realizarán en la franja horaria establecida por la Facultad de Veterinaria y que se publicará en el siguiente enlace: <http://www.unex.es/conoce-la-unex/centros/veterinaria/informacionacademica/horarios>

Resultados de aprendizaje

Conocimientos a adquirir (saber):

- Entender la procedencia y la importancia de los metabolitos secundarios en los seres vivos.
- Conocer la estructura propiedades y origen biosintético de los principales tipos de productos naturales.
- Conocer las técnicas de aislamiento y determinación estructural de los productos naturales.
- Conocer las principales estrategias sintéticas para la preparación de las diversas clases de productos naturales, especialmente los de naturaleza heterocíclica.
- Comprender la interacción de los metabolitos secundarios y otros compuestos naturales con sus dianas celulares.

Competencias a adquirir (saber hacer):

- Relacionar la estructura de los metabolitos secundarios con las rutas metabólicas que conducen a su biogénesis.
- Predecir las características estructurales y funcionales de las pequeñas moléculas orgánicas a partir de sus datos espectroscópicos.
- Plantear estrategias sintéticas para la preparación de moléculas sencillas.
- Racionalizar las interacciones de los sitios activos de proteínas conocidas con sus ligandos característicos.

Sistemas de evaluación

El estudiante será evaluado teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos, su seguimiento en clases de teoría, en los seminarios y en las prácticas, utilizando para ello pruebas objetivas de las diferentes partes de la asignatura que la integran.

Actividades e instrumentos de evaluación

Prácticas de laboratorio

La realización de las prácticas con aprovechamiento es un requisito para la superación de la asignatura, por lo tanto, la asistencia a las clases prácticas es obligatoria. La falta injustificada a una sesión o la falta, justificada o no, a más del 20% de las sesiones prácticas implica la no superación de las prácticas. El calendario de prácticas se publicará al inicio del semestre.

El aprovechamiento obtenido se evaluará mediante pruebas objetivas realizadas por escrito o a través de la plataforma del Campus Virtual y/o del cuaderno o memoria de prácticas. Como resultado, cada alumno recibirá una calificación numérica de las prácticas.

Pruebas y trabajos de seguimiento continuo

Se llevarán a cabo de manera presencial o a través de la plataforma del Campus Virtual y podrán cubrir uno o más temas del programa.

Prueba final

Se realizará un examen final escrito, que podrá constar de una serie de preguntas teóricas y la resolución de problemas y/o casos prácticos de similares características a los resueltos a lo largo del curso.

La realización de la prueba final y la obtención en la misma de un mínimo de 4 puntos son requisitos necesarios para aprobar la asignatura. La fecha del examen escrito será fijada por el Centro y convenientemente publicada al inicio del curso académico.

Modalidades de evaluación

El Real Decreto 1791/2010, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto del Estudiante Universitario establece que los métodos de evaluación deben tender a incluir sistemas de evaluación continua. No obstante, la Normativa de Evaluación de las Titulaciones oficiales de Grado y Máster de la Universidad de Extremadura (DOE del 3 de noviembre de 2020) reconoce el derecho del estudiante a optar por una evaluación global.

Durante el primer cuarto del semestre o hasta el último día del periodo de ampliación de matrícula si este acaba después de ese periodo, los estudiantes podrán renunciar a la evaluación continua, optando por una evaluación global, a través del sistema habilitado para tal fin en el Aula Virtual de la asignatura.

La elección realizada tendrá efecto en las convocatorias de mayo-junio y junio-julio del presente curso. En el caso de que los estudiantes no realicen esta renuncia explícita, serán evaluados en la modalidad de evaluación continua.

Los estudiantes que deseen acogerse a adelanto de convocatoria extraordinaria harán constar en la solicitud la modalidad de evaluación elegida, excepto en los casos recogidos en la antes referida Normativa de Evaluación.

Calificación final de la asignatura

Convocatoria Ordinaria de Mayo-Junio, modalidad de evaluación continua

En esta convocatoria, las pruebas de seguimiento continuo, contribuirán en un 10% a la nota final y no serán recuperables. La evaluación de las prácticas de laboratorio contribuirá en un 20% a la nota final y será recuperable sólo en el caso de que se hayan realizado en los términos indicados en el apartado superior que describe esta actividad.

Los alumnos que obtengan una calificación de las prácticas inferior a 4 puntos sobre 10 deberán realizar un examen de prácticas, que podrá ser de tipo práctico, consistiendo en el diseño y realización con éxito de un experimento similar a los contenidos en el Programa, o bien una serie de cuestiones relacionadas con el fundamento teórico y aspectos experimentales de las prácticas.

La prueba final contribuirá en un 70% a la nota final.

Nota final= 0,70 x Nota Prueba Final + 0,20 x Nota de Prácticas+ 0,10 x Nota de las pruebas y trabajos de seguimiento continuo.

Para aprobar la asignatura deben cumplirse dos requisitos: (1) obtener tanto en la evaluación de las de prácticas como en la prueba final notas superiores a 4 puntos y (2) obtener una calificación promedio de al menos 5 puntos.

Si se cumplen ambos requisitos o sólo el primer requisito, la calificación de la asignatura será igual a la nota promedio calculada con la anterior fórmula.

Si no se cumple el primer requisito, la calificación de la asignatura será igual a la nota promedio en el caso de que esta sea inferior a 4 puntos, y será igual a 4 puntos en el caso contrario.

Convocatoria Ordinaria de Mayo-Junio, modalidad de evaluación global

Los estudiantes que opten por una evaluación global serán calificados únicamente por la nota obtenida en una prueba final. Para evaluar las competencias valoradas en la evaluación continua, este examen podrá contener cuestiones adicionales o diferentes a las del examen dirigido a los estudiantes que opten por la evaluación continua.

Además, deberán diseñar y realizar con éxito un experimento similar a los contenidos en el Programa, y/o una serie de cuestiones relacionadas con el fundamento teórico y aspectos experimentales de las prácticas y seguridad en el laboratorio.

Convocatorias Extraordinarias de Junio-Julio y Enero

La evaluación de la asignatura será igual que en la convocatoria ordinaria de mayo-junio, con la única diferencia de que la evaluación de las prácticas de laboratorio no será recuperable.

Bibliografía (básica y complementaria)

▪ **Bibliografía básica:**

- WALSH, C. T; TANG, W. Y. *Chemical Logic and Enzyatic Machynery*. Royal society of Chemistry, 2017. Print ISBN: 978-1-78801-076-4; EPUB eISBN: 78801-131-0.
- DEWICK, P. M.: *Medicinal Natural Products: a biosynthetic approach*. 3.a ed. John Wiley & Sons., 2009. ISBN: 978-0-470-74168-9.
- FIRN, R. *Nature's Chemicals: The Natural Products that shaped our world*. Oxford University Press, 2009. Online ISBN: 9780191721700. Print ISBN: 9780199566839. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199566839.001.0001>
- GIL RUIZ, P.: *Productos Naturales*. Universidad Pública de Navarra, 2002. ISBN: 84-95075-91-1.
- IKAN, R.: *Selected topics in the Chemistry of Natural Products*. World Scientific, 2007. <https://doi.org/10.1142/6389>
- MANN, J.: *Secondary Metabolism*. 2.a ed. Oxford University Press, 1992. ISBN: 9780198555292.
- MANN, J.; DAVIDSON, R. S.; HOBBS, J. B.; BANTHORPE, D. V.; HARBORNE, J. B.: *Natural Products: their chemistry and biological significance*. Longman, 1994. ISBN 0-582-06009-5.
- MARCO, J. A.: *Química de los productos naturales*. Editorial Sintesis, 2006. ISBN: 84-9756-403-0.
- T.D.H. BUGG, *Introduction to Enzyme and Coenzyme Chemistry*, Wiley, e-Book, 2009, ISBN: 978-1-405-14800-9.

▪ **Bibliografía complementaria:**

- BHAKUNI, D. S.; RAWAT, D. S.: *Bioactive Marine Natural Products*. Springer, 2005. <https://doi.org/10.1007/1-4020-3484-9>. e-Book ISBN 978-1-4020-3484-8. Disponible online en Biblioteca UEx.
- CLAYDEN, J.; GREEVES, N.; WARREN, S. *Organic Chemistry* 2nd. Ed. New York: University Press, 2012. ISBN-10: 0199270295, ISBN-13: 978-0199270293.

- HERBERT, R. B. *The biosynthesis of secondary metabolites*. 2nd Ed., London: Chapman and Hall, 1989. ISBN: 978-0-412-27720-7
- SARKER, S. D.; NAHAR, L. *Natural Products Isolation*. Springer, 2012. e-Book ISBN: 978-1-61779-624-1.
- MCMURRY, J. E. *Organic Chemistry with Biological Applications*. 3rd Ed.; Cengage Learning, 2015.
- RAHMAN, A-U. *Studies in Natural Products Chemistry* (varios volúmenes). Elsevier, 1990-2013.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

Aula Virtual de la asignatura: <http://campusvirtual.unex.es/zonaux/avux/>

Los horarios de tutorías se publicarán en la página web del centro y en la puerta del despacho de cada profesor conforme a los plazos previstos en la normativa.