

## PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2025/2026

Identificación y características de la asignatura			
Código	502728	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	ENZIMOLOGÍA		
Denominación (inglés)	ENZYMOMOLOGY		
Titulaciones	GRADO EN BIOQUÍMICA		
Centro	FACULTAD DE VETERINARIA		
Semestre	4	Carácter	OBLIGATORIO
Módulo	BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR		
Materia	BIOQUÍMICA		
Profesorado			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
M. Luisa Campo Guinea M. Isabel Guijo Sánchez	13 32	<a href="mailto:mlcampo@unex.es">mlcampo@unex.es</a> <a href="mailto:mguijo@unex.es">mguijo@unex.es</a>	
Área de conocimiento	BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR		
Departamento	BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR Y GENÉTICA		
Profesor/a coordinador/a (si hay más de uno)	M. Isabel Guijo Sánchez		
Competencias			
Competencias Básicas			
<p><b>CB1.</b> 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.</p>			
<p><b>CB2.</b> 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.</p>			
<p><b>CB3.</b> 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.</p>			
<p><b>CB4.</b> Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.</p>			

<b>CB5.</b> Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
<b>Competencias Generales</b>
<b>CG1.</b> 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.
<b>CG2.</b> 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.
<b>CG3.</b> 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.
<b>CG4.</b> Saber transmitir información, ideas, problemas y soluciones en el ámbito de la Bioquímica y Biología Molecular a un público tanto especializado como no especializado.
<b>CG5.</b> 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.
<b>CG6.</b> 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.
<b>Competencias Transversales</b>
<b>CT1.</b> Tener compromiso ético y preocupación por la deontología profesional.
<b>CT2.</b> Saber utilizar las herramientas informáticas básicas para la comunicación, la búsqueda de información y el tratamiento de datos en su actividad profesional.
<b>CT3.</b> Tener capacidad de análisis, síntesis y razonamiento crítico en la aplicación del método científico
<b>CT4.</b> 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).
<b>CT5.</b> Tener capacidad comunicativa (capacidad de comprender y de expresarse oralmente y por escrito, dominando el lenguaje especializado).
<b>CT6.</b> Tener capacidad creativa y emprendedora (capacidad de formular, diseñar y gestionar proyectos).
<b>CT7.</b> Tener capacidad de trabajo en equipo (capacidad de colaborar con los demás y de contribuir a un proyecto común, capacidad de colaborar en equipos interdisciplinares y en equipos multiculturales).
<b>CT8.</b> Tener capacidad de desenvolverse con seguridad en un laboratorio.
<b>CT9.</b> Ser capaz de utilizar el inglés como vehículo de comunicación científica

<b>Competencias Específicas</b>
<b>CE5.</b> Comprender los principios químicos y termodinámicos del reconocimiento molecular y de la biocatálisis, así como el papel de las enzimas y otras proteínas en determinar el funcionamiento de las células y organismos. <b>Temas 1-10.</b>
<b>CE15.</b> Poseer las habilidades "cuantitativas" para la experimentación en Biociencias, incluyendo la capacidad de preparar reactivos para experimentos de manera exacta y reproducible. <b>Prácticas 1-4.</b>
<b>CE16.</b> Capacidad para trabajar de forma adecuada utilizando el material biológico y químico, incluyendo seguridad, manipulación, eliminación de residuos biológicos y químicos y registro anotado de actividades. <b>Prácticas 1-4.</b>
<b>CE17.</b> Saber aplicar protocolos experimentales de laboratorio dentro del área de las Biociencias. <b>Prácticas 1-4.</b>
<b>CE18.</b> Poseer las habilidades matemáticas, estadísticas e informáticas para obtener, analizar e interpretar datos y para entender modelos sencillos de los sistemas y procesos biológicos a nivel celular y molecular. <b>Temas 1, 4, 5-8. Prácticas 1-4.</b>
<b>CE20.</b> Adquirir la capacidad para transmitir información dentro del área de las Biociencias, incluyendo el dominio de la terminología específica. <b>Temas 2 y 3.</b>
<b>CE29.</b> Conocer los principales métodos para el ensayo de la actividad biológica de los componentes celulares, en especial de las enzimas, tanto <i>in vitro</i> como <i>in vivo</i> . <b>Tema 10</b>
<b>CE36.</b> Saber determinar experimentalmente las concentraciones de metabolitos y los parámetros cinéticos de las reacciones enzimáticas e interpretar resultados experimentales basados en la catálisis enzimática. <b>CE29.</b> Conocer los principales métodos para el ensayo de la actividad biológica de los componentes celulares, en especial de las enzimas, tanto <i>in vitro</i> como <i>in vivo</i> . <b>Prácticas 1-4.</b>
<b>Contenidos</b>
<b>Breve descripción del contenido</b>
Las enzimas como catalizadores biológicos. Coenzimas. Cinética enzimática. Modificación de la actividad enzimática: inhibición y activación. Modificación de la actividad enzimática: efectos del pH y la temperatura. Cinética de las reacciones enzimáticas bisustrato. Regulación de la actividad enzimática: cooperatividad y alosterismo. Regulación de la actividad enzimática: modificaciones covalentes. Aspectos prácticos de la cinética enzimática
<b>Temario de la asignatura</b>
<b>Organización del programa teórico</b>
<b>Tema 1: Las enzimas como catalizadores biológicos.</b> Concepto de enzima, perspectiva histórica; conceptos y términos relacionados. Naturaleza química de las enzimas. Características de la catálisis enzimática: especificidad; eficiencia catalítica; regulación. Mecanismos de acción enzimática. Diseño de nuevas enzimas.

<p><b>Tema 2: Nomenclatura y clasificación de las enzimas.</b> Nomenclatura. Clasificación general. Oxidorreductasas. Transferasas. Hidrolasas. Liasas. Isomerasas. Ligasas. Isoenzimas. Sistemas multienzimáticos.</p>
<p><b>Tema 3: Coenzimas.</b> Características comunes. Propiedades generales de los grupos prostéticos. Propiedades generales de los cosubstratos. Relación con las vitaminas. Tipos: coenzimas de óxido-reducción, otras coenzimas.</p>
<p><b>Tema 4: Cinética de las reacciones enzimáticas.</b> Teoría del estado de transición: obtención de la ecuación de velocidad; evaluación de la velocidad de descomposición del estado activado; significado y aplicaciones; postulado de Hammond. Curva de avance de una reacción enzimática. Modelos cinéticos de Henri-Michaelis-Menten y de Briggs-Haldane. Significado de las constantes cinéticas y catalítica. Perfección catalítica. Poder catalítico. Reversibilidad de las reacciones enzimáticas. Relación de Haldane. Forma integrada de la ecuación de Michaelis-Menten. Determinaciones gráficas de <math>K_m</math> y <math>V_{max}</math>.</p>
<p><b>Tema 5: Modificación de la actividad enzimática: inhibición y activación.</b> Inhibición de la catálisis enzimática. Tipos e importancia de los inhibidores enzimáticos. Inhibiciones reversibles puras: tipos; ecuación de velocidad; efecto de la concentración sobre el grado de inhibición; análisis gráfico: representaciones primarias y secundarias. Efecto de los inhibidores contaminantes en la representación de <math>v_o</math> frente a concentración de enzima. Inhibiciones reversibles parciales: tipos; ecuación de velocidad; representaciones gráficas. Inhibición por eliminación de sustrato. Inhibición por exceso de sustrato. Inhibición por producto. Inhibición irreversible: tipos, sustratos suicidas. Activación enzimática.</p>
<p><b>Tema 6: Modificación de la actividad enzimática: efectos del pH y la temperatura.</b> Efecto del pH: pH y estabilidad enzimática; ionización de residuos esenciales; influencia del pH sobre los parámetros cinéticos; determinación del pK de aminoácidos del centro activo; efectos de la temperatura, polaridad del disolvente y fuerza iónica. Efecto de la temperatura: diagramas de Arrhenius; estabilidad térmica de las enzimas.</p>
<p><b>Tema 7: Cinética de las reacciones enzimáticas bisustrato.</b> Clasificación de los mecanismos de reacción. Tratamientos matemáticos y análisis gráficos: mecanismo secuencial ordenado; mecanismo secuencial al azar; mecanismo de Theorell-Chance; mecanismo de doble desplazamiento (ping-pong). Métodos para determinar los mecanismos de las reacciones bisustrato: utilización de inhibidores; intercambio isotópico</p>
<p><b>Tema 8: Regulación de la actividad enzimática: alosterismo.</b> Tipos de regulación enzimática. Modificación de la concentración enzimática. Modificación de la actividad enzimática. Cooperatividad y alosterismo. Efectos homo y heterotrópicos. Pruebas experimentales. Modelo de Adair. Modelo de Monod-Wyman y Changeux. Modelo de Kosland, Nemethy y Filmer. Determinación experimental de modelos cinéticos. Enzimas histeréticas</p>
<p><b>Tema 9: Regulación de la actividad enzimática: modificaciones covalentes de las enzimas.</b> Importancia biológica. Conceptos de modificación covalente, segundo mensajero y activación en cascada. Tipos de modificación covalente.</p>

Fosforilación de proteínas: quinasas. Proteín fosfatasas. Interrelaciones entre sistemas quinasa-fosfatasa. ADP-ribosilación. Adenililación. Activaciones proteolíticas

**Tema 10: Enzimología Aplicada.**

Aspectos clínicos de la enzimología: determinación de actividades enzimáticas para el diagnóstico clínico; deficiencias enzimáticas en diagnóstico clínico; terapia enzimática. Aplicaciones Biotecnológicas: aplicaciones agroalimentarias; aplicaciones industriales.

**Organización del programa de prácticas**

Las prácticas se realizarán en la franja horaria establecida por la Facultad de Veterinaria, que aparece publicada en la página web del centro en el siguiente enlace:

<http://www.unex.es/conoce-la-unex/centros/veterinaria/informacion-academica/horarios>".

**Práctica 1:** Extracción y purificación inicial de la enzima lactato deshidrogenasa (4 horas). Tema 4

**Práctica 2:** Purificación parcial de la enzima lactato deshidrogenasa (4 horas). Tema 4

**Práctica 3:** Determinación de la actividad y de los parámetros cinéticos de la enzima lactato deshidrogenasa en ausencia y en presencia de un inhibidor (4 horas). Temas 4 y 5

**Práctica 4:** Determinación del rendimiento, grado de purificación de la enzima, cálculos y representaciones de la actividad enzimática, de los parámetros cinéticos y del tipo de inhibición (4 horas). Temas 4 y 5

**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		
1	9	3						6
2	9	3						6
3	9	3						6
4	20	7						13
5	21	8						13
6	13	4						9
7	13	4						9
8	13	4						9
9	13	4						9
10	3	1						2
Prácticas de Laboratorio								
P1	6			4				2
P2	6			4				2
P3	6			4				2
P4	6			4				2
<b>Evaluación</b>	3	3						
<b>TOTAL</b>	150	44		16				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

Actividades teóricas expositivas presenciales para grupo completo.  
 Prácticas de laboratorio. Actividades presenciales y obligatorias que se realizan en los laboratorios de prácticas de la Unidad de Bioquímica. Se pondrá a disposición de los alumnos un guion de prácticas en el espacio asignado a la asignatura en el campus virtual. Cada alumno deberá haber leído el guion antes de realizar la práctica.  
 Trabajo no presencial: problemas y tareas periódicas individuales en aquellos temas en los que el profesor estime oportuno, estudio de la materia, elaboración de memorias y preparación de exámenes.

### Resultados de aprendizaje

Comprender las bases moleculares de la actuación de las enzimas como catalizadores biológicos. Entender los principios en los que se basan las relaciones estructura-función en la actuación de las enzimas. Conocer los mecanismos y la cinética de las reacciones enzimáticas. Deducir ecuaciones cinéticas que describan el comportamiento de cualquier reacción catalizada por enzimas. Determinar los parámetros cinéticos y comprender su significado. Conocer los mecanismos moleculares de regulación de la actividad enzimática, saber distinguirlos experimentalmente y conocer sus aplicaciones. Conocer las técnicas básicas utilizadas en enzimología y los aspectos prácticos que de ellas se derivan. Desarrollar la capacidad crítica en el análisis de datos cinéticos y en la interpretación de resultados de la catálisis enzimática.

### Sistemas de evaluación

#### Evaluación continua:

Para la evaluación del alumno se tendrán en cuenta las competencias y habilidades adquiridas, ya sean directamente relacionadas con la asignatura, como transversales, mediante la asistencia y participación en las clases de teoría, las prácticas y el trabajo no presencial.

La puntuación final, de 0 a 10 puntos, corresponderá según el siguiente reparto:

- El 70% de la puntuación final corresponderá a la prueba escrita que se realizará al final del semestre, consistente en una batería de preguntas cortas y/o de tipo test. Para superar la asignatura será requisito imprescindible que la calificación total de esta prueba no sea inferior al 40% del máximo asignado a la misma, teniendo en cuenta, además, que el bloque de temas 1, 2, 3, 8, 9 y 10 suponen el 45% del cómputo total y el de los temas 4, 5, 6 y 7 el 55% restante. No obstante, la calificación en cada uno de los dos bloques deberá estar equilibrada, no pudiendo ser inferior a 3 puntos sobre 10 en cualquiera de ellos.
- Un 20% corresponderá a las clases prácticas, cuya realización es obligatoria. La presentación de las correspondientes memorias

sobre las actividades realizadas y los resultados obtenidos en las mismas son requisitos indispensables para superar las prácticas. Además, se evaluará el interés y la participación activa y se comprobará en el laboratorio la adquisición de las habilidades y competencias prácticas correspondientes. Las prácticas son actividad no recuperable, que una vez aprobadas se podrán considerar superadas para el curso vigente y para cualquier otra convocatoria posterior.

- El 10% restante valorará el trabajo realizado en las pruebas orales o escritas que se realizarán en el aula y a través de las actividades propuestas en el aula virtual. Las actividades de este apartado se consideran como no recuperables para todas las convocatorias del curso.

### **Evaluación global:**

Aquellos estudiantes que de forma explícita manifiesten su interés por ser evaluados mediante una prueba final de carácter global, alternativa a la evaluación continua, realizarán dicha prueba en la que se valorará la adquisición tanto de las competencias prácticas como teóricas:

El 85% de la puntuación final corresponderá a una prueba escrita consistente en una batería de preguntas cortas y/o de tipo test relacionadas con los conocimientos de tipo teórico. Igualmente, para superar la asignatura será requisito imprescindible que la calificación de esta prueba no sea inferior al 50% del máximo asignado a la misma.

Para el 15% restante el alumno tendrá que realizar un examen práctico en el laboratorio, en el que se evaluarán las competencias y habilidades prácticas propias de la asignatura. Es requisito indispensable para aprobar la asignatura obtener al menos un 50% de la puntuación asignada a la prueba práctica.

### **Bibliografía (básica y complementaria)**

Bibliografía básica:

NÚÑEZ DE CASTRO, IGNACIO. *Enzimología*. Ediciones Pirámide. Madrid 2012.

PRICE, NICHOLAS C. y STEVENS, LEWIS. *Fundamentals of Enzymology: The Cell and Molecular Biology of Catalytic Proteins*. 3<sup>rd</sup> Ed. Oxford University Press. New York 2000.

CORNISH-BOWDEN, ATHEL. *Fundamentals of Enzyme Kinetics*. 4<sup>th</sup> Ed. Wiley-Blackwell, Weinheim 2012.

FERSHT, ALAN. *Structure and Mechanism in Protein Science: A Guide to Enzyme Catalysis and Protein Folding*. W.H. Freeman and Company. New York 1999.

SEGEL, IRWIN H. *Enzyme kinetics: behaviour and analysis of rapid equilibrium and steady state enzyme systems*. John Wiley & Sons, New York 1993.

DE ARRIAGA, M<sup>a</sup> DOLORES, SOLER, JOAQUÍN, BUSTO, FÉLIX y CÁRDENAS, EDUARDO. *Manual de Ejercicios de Cinética Enzimática*. Ed. Universidad de León 1998.

BATTANER ARIAS, ENRIQUE. *Compendio de Enzimología*. Ediciones Universidad de Salamanca (formato pdf-drm). 2014

BISSWANGER, HANS. *Practical Enzymology*. 2<sup>nd</sup> Edition. Ed. Wiley-Blackwell 2011. ISBN: 978-3-527-32076-9.

VOET and VOET. *Bioquímica*. 3<sup>a</sup> Edición. Editorial Panamericana 2006. ISBN-13: 978-950-06-2301-8.

Bibliografía complementaria:

KORNBERG, ARTHUR. *For the Love of Enzymes*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts 1991.

### Otros recursos y materiales docentes complementarios

Campus virtual de la Uex