



1. Identificación

1.1. De la Asignatura

Curso Académico	2018/2019
Titulación	MÁSTER UNIVERSITARIO EN BIOLOGÍA MOLECULAR Y BIOTECNOLOGÍA
Nombre de la Asignatura	ENZIMOLOGÍA APLICADA
Código	4233
Curso	PRIMERO
Carácter	OPTATIVA
N.º Grupos	1
Créditos ECTS	6
Estimación del volumen de trabajo del alumno	150
Organización Temporal/Temporalidad	Cuatrimestre
Idiomas en que se imparte	ESPAÑOL
Tipo de Enseñanza	Presencial

1.2. Del profesorado: Equipo Docente

Coordinación de la asignatura JOSE BAUTISTA TUDELA SERRANO	Área/Departamento	BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR A
	Categoría	CATEDRATICOS DE UNIVERSIDAD
	Correo Electrónico /	tudelaj@um.es
	Página web / Tutoría electrónica	www.um.es/genz Tutoría Electrónica: NO



Grupo de Docencia: 1 Coordinación de los grupos:1	Teléfono, Horario y Lugar de atención al alumnado	Duración	Día	Horario	Lugar
		Anual	Lunes	12:00- 14:00	868884773, Facultad de Veterinaria B2.2.039
		Anual	Martes	12:00- 14:00	868884773, Facultad de Veterinaria B2.2.039
		Anual	Miércoles	12:00- 14:00	868884773, Facultad de Veterinaria B2.2.039
JOSE NEPTUNO RODRIGUEZ LOPEZ Grupo de Docencia: 1	Área/Departamento	BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR A			
	Categoría	CATEDRATICOS DE UNIVERSIDAD			
	Correo Electrónico / Página web / Tutoría electrónica	neptuno@um.es www.um.es/genz Tutoría Electrónica: Sí			
	Teléfono, Horario y Lugar de atención al alumnado	Duración	Día	Horario	Lugar
		Anual	Viernes	10:00- 13:00	868888284, Facultad de Veterinaria B2.2.034
VIRGINIA TOMAS MARTINEZ Grupo de Docencia: 1	Área/Departamento	QUÍMICA ANALÍTICA			
	Categoría	PROFESORES TITULARES DE UNIVERSIDAD			
	Correo Electrónico / Página web / Tutoría electrónica	virginia@um.es http://webs.um.es/virginia Tutoría Electrónica: Sí			



	Teléfono, Horario y Lugar de atención al alumnado	Duración	Día	Horario	Lugar	Observaciones
		Anual	Lunes	11:00- 13:00	868887413, Facultad de Química B1.2C.007	null
		Anual	Martes	11:00- 13:00	868887413, Facultad de Química B1.2C.007	null
MARIA FERNANDA MONTENEGRO ARCE Grupo de Docencia: 1	Área/Departamento	BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR A				
	Categoría	INVESTIGADOR DOCTOR				
	Correo Electrónico / Página web / Tutoría electrónica	fermontenegro@um.es Tutoría Electrónica: NO				
	Teléfono, Horario y Lugar de atención al alumnado					
LUIS FEDERICO SANCHEZ DEL CAMPO FERRER Grupo de Docencia: 1	Área/Departamento	BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR A				
	Categoría	INVESTIGADOR "RAMON Y CAJAL"				
	Correo Electrónico / Página web / Tutoría electrónica	sancampo@um.es Tutoría Electrónica: NO				
	Teléfono, Horario y Lugar de atención al alumnado	Duración	Día	Horario	Lugar	Observaciones
		Anual	Jueves	16:00- 19:00		(A la E) Recomiendo concertar cita mediante mensaje privado



2. Presentación

Objetivos pedagógicos

- Conocimiento de las principales características y propiedades biocatalíticas de las enzimas en medios homogéneos, heterogéneos y bioreactores enzimáticos, para sus aplicaciones biotecnológicas, considerando la posible heterogeneidad en la formación previa de alumnos procedentes de diferentes estudios de grado.
- Estudio de los últimos avances sobre las aplicaciones de las enzimas en las Biotecnologías Sanitaria (Roja), Agroalimentaria (Verde), Industrial (Blanca) y de Gestión (Gris).
- Análisis de los últimos descubrimientos acerca de las aplicaciones biotecnológicas de Polifenoxidasas, Peroxidasas y Dihidrolfolatoredutasas, enzimas sobre las cuales posee amplia experiencia el GENZ.
- Conocimiento de las actividades de diversas empresas seleccionadas, sobre sus respectivas aplicaciones biotecnológicas de las enzimas, aspectos reales y prácticos de la producción y la gestión empresarial, evolución histórica, perspectivas futuras y la relevancia económica, en sus correspondientes Sectores Biotecnológicos (Rojo, Verde, Blanco y Gris).
- Comprensión y práctica de las metodologías de investigación en Enzimología Aplicada.
- Práctica en el uso de la información científica y tecnológica, basada en el acceso telemático y la gestión ofimática de bibliografía, patentes, legislación y bases de datos.
- Profundización en la interpretación y descripción de resultados experimentales.
- Destreza en la comunicación multimedia de conocimientos científicos y tecnológicos.

3. Condiciones de acceso a la asignatura

3.1 Incompatibilidades

No consta

3.2 Recomendaciones

- Licenciado o en Ciencias o Ingeniero.
- Graduado en Ciencias o Ingeniería.



4. Competencias

4.1 Competencias Básicas

- CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- CB7. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
- CB8. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
- CB9. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
- CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

4.2 Competencias de la titulación

- CG8. Demostrar iniciativa, espíritu emprendedor y motivación por la calidad.
- CG1. Trabajar de forma correcta en un laboratorio con material biológico y químico incluyendo seguridad, manejo y eliminación de residuos de forma responsable con el medio ambiente.
- CG2. Identificar problemas, buscar soluciones originales y aplicarlas en un contexto de investigación o profesional.
- CG3. Demostrar capacidad de análisis, síntesis, organización, planificación y comunicación.
- CG4. Desarrollar y aplicar el razonamiento crítico y autocrítico.
- CG5. Formular juicios sobre la problemática ética y social, actual y futura, que plantean las ciencias biotecnológicas en general.
- CG6. Actualizar y proseguir sus estudios de forma auto-dirigida y autónoma, recogiendo y seleccionando la información necesaria que permita una investigación original y que aporte nuevos conocimientos.
- CG7. Liderar el trabajo en equipo, multidisciplinar y, en su caso, en un entorno internacional, valorando los procesos y los roles que puedan establecerse.
- CG9. Contribuir al tejido europeo de investigación y desarrollo con una visión amplia y multidisciplinar dentro de los campos biológico, bioquímico, químico y biotecnológico.
- CET1. Conocer la organización y función de los organismos vivos a nivel celular y molecular, demostrando una buena comprensión de la complejidad bioquímica de los seres vivos.
- CET2. Conocer las tecnologías y sistemas experimentales empleados en la investigación dentro del ámbito de la Biología Molecular y la Biotecnología
- CET3. Conocer y aplicar técnicas experimentales básicas de uso más frecuente en el ámbito de la Biología Molecular y la Biotecnología enfocadas a la resolución de problemas concretos en este ámbito.
- CET4. Adquirir una visión integrada del proceso de I+D+i (investigación, desarrollo e innovación) desde el descubrimiento de nuevos conocimientos hasta el desarrollo de aplicaciones concretas de dicho conocimiento y la introducción en el mercado de nuevos productos biotecnológicos.
- CET5. Conocer la manipulación selectiva y programada de los procesos celulares y biomoleculares (dentro de un área concreta de especialización) para mejorar u obtener nuevos productos, bienes y servicios biotecnológicos.
- CET7. Capacidad para aplicar la teoría a la práctica en el contexto de un laboratorio de investigación en el ámbito de la Biología Molecular y la Biotecnología.
- CET8. Conocer claramente cómo se diseña un estudio para permitir probar una hipótesis.



- CET9. Capacidad técnica y científica para conseguir resultados precisos y reproducibles a partir de los cuales se puedan sacar conclusiones válidas en el área científica de especialización dentro del ámbito de la Biología Molecular y la Biotecnología
- CET10. Describir, interpretar y analizar de forma crítica resultados experimentales.
- CET11. Exponer y evaluar de forma crítica los descubrimientos presentados en las publicaciones científicas relacionadas con Biología Molecular y Biotecnología
- CET12. Aplicar adecuadamente las tecnologías de la información (bases de datos bibliográficos) para procesar la información científica y técnica.
- CET13. Demostrar un buen conocimiento y una destreza en el manejo de las herramientas bioinformáticas básicas de mayor relevancia en el ámbito de la Biología Molecular y la Biotecnología.
- CET14. Capacidad de identificar una cuestión o hipótesis significativa sobre un tema o problema y formular los objetivos, diseño y seguimiento de un proyecto para abordar su solución.
- CET15. Demostrar una buena capacidad de divulgación científica frente a un público no especializado, prestando una atención especial a las implicaciones sociales de los avances científicos.
- CET16. Reconocer las áreas emergentes y de relevancia en el ámbito de la Biología Molecular y Biotecnología.
- CET17. Desarrollar, exponer y defender un trabajo de investigación original dentro del ámbito de la Biología Molecular y la Biotecnología.
- CET18. Capacitar a los alumnos para iniciar los trabajos de investigación conducentes al doctorado.

4.3 Competencias transversales y de materia

- Competencia 1. CA1. Integrar conocimientos y destrezas sobre aspectos preparativos, estructurales y funcionales de la Enzimología Aplicada.
- Competencia 2. CA2. Practicar las principales metodologías de investigación en Enzimología Aplicada.
- Competencia 3. CA3. Identificar la gran cantidad y variedad de aplicaciones biotecnológicas de la Enzimología, en empresas sanitarias, agroalimentarias e industriales.
- Competencia 4. CA4. Destacar las aportaciones de las principales empresas multinacionales, especializadas en la producción y aplicaciones biotecnológicas de enzimas industriales.
- Competencia 5. CA5. Comprender el grado de dominio necesario, sobre la producción y la regulación funcional de una enzima, para el desarrollo de aplicaciones biotecnológicas económicamente viables en industrias.
- Competencia 6. CA6. Evaluar el coste económico de las operaciones y procesos enzimáticos, en las escalas preparativas de laboratorio, planta piloto y planta de producción, dentro del análisis de viabilidad económica, de las aplicaciones de la Enzimología en industrias biotecnológicas.

5. Contenidos

TEMA 1. Introducción a la Enzimología Aplicada

Enzimas y Sectores Biotecnológicos. Enzimas y biocatálisis: Producción, bioanálisis, biodegradación y síntesis. Producción y mejora biotecnológica de enzimas. Biocatálisis enzimática homogénea y heterogénea: Actividad, estabilidad, medios no acuosos, inmovilización, bioreactores y biosensores.

TEMA 2. Enzimología Sanitaria (Roja)

Medicina: Enzimas como fármacos y objetivos moleculares. Veterinaria: Enzimas en sanidad y nutrición animal, ganadería y acuicultura. Farmacia y Cosmética: Enzimas en la extracción y síntesis



estereoespecífica de nuevos fármacos y cosméticos, Modelado Molecular (*Molecular Modeling*) y Cribado de Alto Rendimiento (*High Throughput Screening*).

TEMA 3. Enzimología Agroalimentaria (Verde)

Agricultura: Enzimas como objetivos moleculares en la mejora de cultivos agrarios (productividad, enfermedades, plaguicidas, etc.) y en biotecnologías posrecolección (atmósferas controladas y modificadas, etc.). Alimentación: Enzimas como biocatalizadores y objetivos moleculares, en la extracción, procesado y elaboración de alimentos, habituales y funcionales enriquecidos con nutracéuticos.

TEMA 4. Enzimología Industrial (Blanca)

Energía: Enzimas en la extracción de petróleo y en la producción de biocombustibles renovables (bioetanol, biodiesel, biometano, etc.). Materiales: Enzimas en la producción de pasta, papel, corcho, polímeros inteligentes, polímeros con impresión molecular, plásticos biocatalíticos, etc. Textil: Enzimas en la elaboración de tejidos (algodón, lana, seda, cuero, etc.) y en la producción de detergentes (glucosidasas, lipasas, proteasas, etc.). Química: Enzimas en la síntesis de productos químicos, finales e intermedios, utilizados en múltiples sectores industriales.

TEMA 5. Enzimología y Gestión Empresarial (Gris)

Conocimiento: Enzimas, propiedad industrial, patentes, legislación, nuevas empresas de base tecnológica, *spin off*. Seguridad: Enzimas, prevención, HACCP y HEDEG. Medioambiente: Enzimas, Normas ISO 14000, subproductos y contaminantes. Calidad: Enzimas, Normas ISO, GP, UNE y EN. Gestión integrada.

TEMA 6. Metodologías de Investigación en Enzimología Aplicada

Metodologías de separación de biomoléculas: Centrifugación, extracción, evaporación y liofilización. Cromatografías de biomoléculas volátiles y no volátiles: GC y HPLC. Cromatografías preparativas de enzimas y proteínas: FPLC. Proteómica y Metabolómica: Espectrometrías de masas: MS-X.

TEMA 7. Enzimología Aplicada en Empresas Seleccionadas

Empresas seleccionadas: Aplicaciones de las enzimas en industrias biotecnológicas sanitarias, agroalimentarias, industriales y medioambientales.

TEMA 8. Enzimología Aplicada de Enzimas Seleccionadas



Polifenoloxidasas: Antitumorales, despigmentantes, antipardeantes, bioanálisis, biodegradación y síntesis de fenoles. Peroxidasas: Bioanálisis clínicos de metabolitos y fenoles, biodegradación y síntesis de fenoles y polímeros. Dihidrofolato-reductasas: Cáncer, pteridinas, antitumorales y nutracéuticos.

PRÁCTICAS

Práctica 1. 1. Enzimología Preparativa: Aislamiento de Enzimas: Relacionada con los contenidos Tema 1, Tema 2, Tema 3, Tema 4, Tema 5, Tema 6, Tema 7 y Tema 8

Extracción de enzimas. Reparto de fases. Actividad enzimática: Efecto del pH. Biosíntesis de melaninas. Centrifugación preparativa. Espectroscopia UV-Visible.

Práctica 2. 2. Enzimología Preparativa: Purificación de Enzimas: Relacionada con los contenidos Tema 1, Tema 2, Tema 3, Tema 4, Tema 5, Tema 6, Tema 7 y Tema 8

Purificación cromatográfica de enzimas. IEXC. GFC. Recuperación de fracciones. Actividad enzimática. FPLC-EC/Vis, HTS-Vis, HTS-Fluorescencia.

Práctica 3. 3. Enzimología Estructural: Biomoléculas bioactivas volátiles GC-MSD: Relacionada con los contenidos Tema 1, Tema 2, Tema 3, Tema 4, Tema 5, Tema 6, Tema 7 y Tema 8

Identificación cualitativa y determinación cuantitativa de biomoléculas bioactivas volátiles en extractos naturales, nutricosmeceuticos y fármacos. Obtención de derivados volátiles. GC-MSD.

Práctica 4. 4. Enzimología Estructural: Biomoléculas bioactivas no volátiles UHPLC-DAD/FLD: Relacionada con los contenidos Tema 1, Tema 2, Tema 3, Tema 4, Tema 5, Tema 6, Tema 7 y Tema 8

Identificación cualitativa y determinación cuantitativa de biomoléculas bioactivas no volátiles en extractos naturales, nutricosmeceuticos y fármacos. UHPLC-DAD/FLD.

Práctica 5. 5. Enzimología Funcional y Aplicada: Cinética enzimática UV-Vis y HTS: Relacionada con los contenidos Tema 1, Tema 2, Tema 3, Tema 4, Tema 5, Tema 6, Tema 7 y Tema 8

Especificidad de sustrato. Especificidad de inhibidor. Tipo de inhibición. Afinidad de inhibición. HTS-Vis: Ensayos en placa multipocillos.

Práctica 6. 6. Enzimología Funcional y Aplicada: Luminiscencia y HTS: Relacionada con los contenidos Tema 1, Tema 2, Tema 3, Tema 4, Tema 5, Tema 6, Tema 7 y Tema 8

Dispersiones y fluorescencia. Espectros de excitación y de emisión de fluorescencia en 2D y 3D. Determinación cuantitativa de biomoléculas bioactivas fluorescentes y atenuadoras. HTS-Fluorescencia: Ensayos en placa multipocillos.

6. Metodología Docente

Actividad Formativa	Metodología	Horas Presenciales	Trabajo Autónomo	Volumen de trabajo
AF1: Clase magistral	MD1.1: Actividades de clase expositiva.	20	0	20
AF2: Tutorías	MD3.1: Tutorías en grupo.	2	0	2



Actividad Formativa	Metodología	Horas Presenciales	Trabajo Autónomo	Volumen de trabajo
AF3: Seminarios	MD1.3: Seminarios.	4	0	4
AF4: Prácticas de laboratorio	MD2.1: Actividades prácticas de laboratorio.	20	0	20
AF5: Trabajo autónomo del alumno		0	102	102
AF6: Evaluación		2	0	2
	Total	48	102	150

7. Horario de la asignatura

<http://www.um.es/web/biologia/contenido/estudios/masteres/biomybiotec/2018-19#horarios>

8. Sistema de Evaluación

Métodos / Instrumentos	Informes escritos, trabajos y proyectos: trabajos escritos con independencia de que se realicen individual o grupalmente
Criterios de Valoración	- Redacción de un informe escrito, resumen de las conferencias impartidas por los profesores de la asignatura. - Capacidad de análisis, planteamiento de problemas, interpretación de resultados, obtención de conclusiones, amplitud, profundidad, estructura, formato y comunicación escrita.
Ponderación	30
Métodos / Instrumentos	Presentación pública de trabajos: exposición de los resultados obtenidos y procedimientos necesarios para la realización de un trabajo, así como respuestas razonadas a las posibles cuestiones que se planteen sobre el mismo.
Criterios de Valoración	- Presentación oral sobre un resumen de las conferencias impartidas por los profesores de la asignatura. - Capacidad de síntesis, comunicación oral y gestual.
Ponderación	30



Métodos / Instrumentos	Ejecución de tareas prácticas: actividades de laboratorio o en aulas de informática para mostrar el saber hacer en la disciplina correspondiente
Criterios de Valoración	- Realización de prácticas de laboratorio. - Destrezas y habilidades en trabajos de laboratorio, manipulación y conservación de muestras, preparación de reactivos. - Dominio conceptual de técnicas instrumentales, manejo manual e informatizado de instrumentos avanzados, registro de resultados experimentales.
Ponderación	20
Métodos / Instrumentos	Procedimientos de observación del trabajo del estudiante: registros de participación, de realización de actividades y cumplimiento de plazos.
Criterios de Valoración	- Interés hacia la asignatura, asistencia regular y puntual, atención a las exposiciones, planteamiento de preguntas y sugerencias. - Conservación y clasificación del material docente, repuntización y trabajo en equipo.
Ponderación	20

Fechas de exámenes

<http://www.um.es/web/biologia/contenido/estudios/masteres/biomybiotec/2018-19#exámenes>

9. Resultados del Aprendizaje

10. Bibliografía

Bibliografía Complementaria



Aehle, W. (2004) *Enzymes in Industry*, Wiley-VCH.



Berg, J.M.; Tymoczko, J.L. y Stryer, L. (2012) *Bioquímica*, Reverté.



Bommarius, A.S. & Riebel, B.R. (2004) *Biocatalysis*, Wiley-VCH.



Copeland, R.A. (2000). *Enzymes: A Practical Introduction to Structure, Mechanism and Data Analysis*,



John Wiley & Sons.



Kumar, A. & Garg, S. (2009) Enzymes and Enzyme Technology, Anshan.



Liese, A. et al. (2007) Industrial Biotransformations, Wiley-VCH.



Nelson, D.L. y Cox, M.M. (2015) Lehninger Principios de Bioquímica, Omega.



Pandey, A. (2010) Enzyme Technology, Springer.



Smith, J.E. (2009) Biotechnology, Cambridge.



Sitio web de la asignatura Enzimología Aplicada.

11. Observaciones y recomendaciones

- Se recomienda consultar diariamente el correo electrónico oficial del alumno en la Universidad de Murcia, ante posibles comunicaciones urgentes de los profesores de la asignatura.