

# Guía Docente de asignatura – Máster en Biotecnología Industrial y Ambiental

## Datos básicos de la asignatura

Asignatura:	<b>INGENIERÍA METABÓLICA Y BIOLOGÍA DE SISTEMAS</b>
Tipo (Oblig/Opt):	Optativa
Créditos ECTS:	6.0
Teóricos/prácticos:	4.3
Seminarios/conferencias:	1.2
Tutorías y Evaluación:	0.5
Curso:	Primero
Semestre:	Segundo
Departamentos responsables:	Bioquímica y Biología Molecular I UCM, Biología medioambiental CIB-CSIC
Profesor responsable:	J. María Navarro Llorens
Profesores:	JMaría Navarro Llorens (UCM), Mar Lorente Pérez (UCM), Maria Mercedes Diaz Mendoza (UCM), M. Beatriz Maestro (UCM) y otros (consultar página web del Máster).

## Datos específicos de la asignatura

Descriptor:	<p>El propósito de esta materia es conseguir que el alumno adquiera un enfoque global que le permita una visión amplia de las posibilidades que ofrece la manipulación genética de células y organismos para diseñar estrategias para la modificación dirigida del metabolismo con el objetivo de comprender las rutas metabólicas y/o redirigirlas hacia aplicaciones concretas, siendo capaces de predecir los resultados de dichas modificaciones.</p> <p>Para ello se abordarán la diversidad de las rutas metabólicas y la relación entre los distintos tipos de reacciones bioquímicas (flujos metabólicos, puntos clave de regulación, etc.); conceptos básicos de la ingeniería metabólica y su relación con la biología de sistemas (herramientas de ingeniería genética como la mutagénesis, la expresión génica y la obtención de organismos modificados genéticamente; herramientas de análisis de la biología de sistemas como simulaciones metabólicas, análisis de flujos metabólicos y modelado de procesos mediante sistemas matemáticos que relacionen las interacciones que tienen lugar entre los componentes internos y externos que conforman un organismo/sistema y su hábitat, y que influyen en el desarrollo de los procesos biológicos.</p>
Recomendaciones	Se recomienda cursar la asignatura de Bioinformática y Simulación de bioprocesos.
Idioma	Castellano

## Competencias

Competencias generales (CG) y transversales (CT):	<p><b>COMPETENCIAS GENERALES (CG)</b></p> <p>CG1. Reconocer y valorar los mecanismos y los organismos y sistemas biológicos implicados en procesos biotecnológicos.</p> <p>CG2. Analizar y resolver problemas cualitativos y cuantitativos en el área de la Biotecnología.</p> <p>CG3. Reconocer y analizar nuevos problemas y planear estrategias biotecnológicas para solucionarlos.</p> <p>CG4. Evaluar, interpretar y sintetizar datos e información de procesos biotecnológicos.</p> <p>CG6. Manejar instrumentación básica y herramientas bioinformáticas de análisis para el diseño de procesos biotecnológicos e impacto medioambiental.</p> <p>CG7. Interpretar datos procedentes de observaciones y medidas en términos de su significación y de los modelos explicativos que las apoyan.</p> <p>CG8. Desarrollar buenas prácticas científicas de observación, medida y experimentación.</p> <p>CG9. Poseer un alto nivel de compromiso y discernimiento ético para el ejercicio profesional y sus consecuencias.</p>
---	---

CG10. Valorar la importancia de la Biotecnología en el contexto industrial, económico, medio ambiental y social.

CG11. Adquirir y aplicar conocimientos multidisciplinares avanzados para abordar un problema biotecnológico desde la perspectiva científico-técnica y empresarial.

### **COMPETENCIAS TRANSVERSALES**

CT1. Elaborar y redactar informes de carácter científico.

CT2. Demostrar razonamiento crítico y autocrítico.

CT3. Adaptarse a nuevas situaciones.

CT4. Gestionar información científica de calidad, bibliografía, bases de datos especializadas y recursos accesibles a través de Internet.

CT5. Incorporar a sus conductas los principios éticos que rigen la investigación científica y la práctica profesional.

CT6. Adquirir conciencia de los riesgos y problemas medioambientales que conlleva su ejercicio profesional.

CT7. Utilizar las herramientas y los programas informáticos que facilitan el tratamiento de los resultados experimentales.

CT8. Integrar creativamente conocimientos y aplicarlos a la resolución de problemas biológicos utilizando el método científico.

CT9. Adquirir capacidad de organización, planificación y ejecución.

CT10. Perseguir objetivos de calidad en el desarrollo de su actividad profesional.

CT12 Elaborar proyectos adecuadamente estructurados y enfocados en la actividad profesional

### **Competencias específicas (CE):**

CE1. Analizar, planificar, desarrollar y controlar procesos biotecnológicos de producción industrial de capital interés incluidos biocombustibles, biomateriales y biomoléculas.

CE2. Analizar, planificar y desarrollar procesos para la minimización del impacto medioambiental en producciones biotecnológicas.

CE4 Desarrollar procedimientos de producción de compuestos biotecnológicos sobre la base del conocimiento del metabolismos primario y secundario de los organismos.

CE5 Manejar las técnicas de cultivos in vitro y de obtención de organismos transgénicos para su utilización en producción y Biorremediación.

CE9. Identificar y evaluar los agentes contaminantes.

CE10. Analizar, planificar y desarrollar procesos para controlar la liberación de agentes contaminantes al medio ambiente.

CE11. Analizar, planificar y desarrollar procesos de descontaminación ambiental mediante procesos biotecnológicos.

CE12 Evaluar las relaciones entre el metabolismo microbiano y la biodegradación y bioconversión de contaminantes.

CE13 Planificar y desarrollar sistemas de control, seguimiento y recuperación de ambientes contaminados.

CE14 Comprender y aplicar las normativas nacionales e internacionales vigentes de control ambiental.

<p><b>Descripción:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lecciones expositivas, conferencias, en las que el profesor, expertos investigadores de centros de investigación o de empresas, aportarán conocimientos específicos y planteará cuestiones relacionadas para contribuir al mejor entendimiento y adquisición de conocimientos.</li> <li>- Seminarios en los que se plantearán y debatirán situaciones complejas. Esta actividad se realizará en grupos de trabajo partiendo de cuestiones planteadas por el profesor, cada estudiante tendrá su cometido dentro del grupo y se encargarán de buscar la bibliografía oportuna, debatir el problema, plantear soluciones posibles y los mecanismos para alcanzar los objetivos.</li> <li>- Resolución de problemas relativos a los contenidos del programa.</li> <li>- Conferencias. Presentaciones por profesionales cualificados de diferentes aspectos de la industria biotecnológica y medioambiental.</li> <li>- Tutorías dirigidas. Orientación y seguimiento del alumno por el profesor.</li> <li>- Trabajos monográficos. Desarrollo del sentido crítico y capacidad de organización, planificación y ejecución de los conocimientos adquiridos y autonomía</li> <li>- Trabajo autónomo. Las actividades no presenciales mediante el trabajo autónomo están dirigidas para que el alumno afiance los conocimientos en las actividades presenciales y desarrolle su sentido crítico y capacidad de planificación, organización y toma de decisiones</li> <li>- Debates. Participación e intervención activa de los alumnos mediante preguntas dirigidas que estimulen y faciliten el aprendizaje y fomentando el debate siempre que sea posible</li> <li>- Utilización de tecnologías de información y comunicación haciendo uso particular del servicio de correo electrónico, la web del Máster y de manera especial e imprescindible el campus virtual UCM.</li> </ul>
<p><b>Evaluación</b></p>	
<p><b>Criterios aplicables:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realización de pruebas escritas objetivas presenciales. 65%</li> <li>- Informes de tutorías, asistencia y participación en las distintas actividades desarrolladas y discusión sobre los supuestos prácticos en el aula. Se valorará la implicación de los estudiantes, su capacidad crítica, las soluciones imaginativas planteadas a problemas complejos, la viabilidad de la solución etc. 10%</li> <li>- Memoria, exposición y defensa de trabajos realizados en grupo o de forma individual por el alumno. Se valorará la capacidad de síntesis, la capacidad de plantear la hipótesis, así como la capacidad para presentar, analizar y discutir los resultados. 25%</li> </ul>
<p><b>Temario</b></p>	
<p><b>Programa teórico:</b></p>	<p><b>Tema 1.</b> Concepto de Ingeniería metabólica. Metabolismo primario y secundario. Rutas metabólicas y sistemas de regulación. Metabolismo energético.</p> <p><b>Tema 2.</b> Herramientas avanzadas de la Ingeniería Metabólica. Técnicas de mutagénesis dirigida y no dirigida. Optimización de los sistemas de expresión.</p> <p><b>Tema 3.</b> Utilización de las plataformas “ómicas” en Ingeniería Metabólica. Biología sintética aplicada a la construcción de rutas metabólicas. Diseño y utilización de mapas metabólicos a escala genómica.</p> <p><b>Tema 4.</b> Aplicaciones de la Ingeniería Metabólica en microorganismos. Casos prácticos en la producción de metabolitos primarios y secundarios.</p> <p><b>Tema 5.</b> Aplicaciones de la Ingeniería Metabólica en modelos eucariotas</p>
<p><b>Programa práctico</b></p>	<p><b>Prácticas con ordenador de aspectos relacionados con el temario.</b></p>

	<p><b>Sesiones prácticas en el laboratorio:</b></p> <p><b>Mutagénesis dirigida de un gen.</b></p> <p><b>Detección de mutaciones en un genoma bacteriano.</b></p> <p><b>Expresión transitoria de proteínas recombinantes en <i>Nicotiana benthamiana</i>.</b></p>
<p><b>Seminarios:</b></p>	<p>Realización de trabajos académicos individuales o por equipo dirigidos por el profesor: se profundizará en aspectos concretos del programa de especial interés en el ámbito de la Ingeniería Metabólica. Los alumnos elaborarán un informe sobre dicho trabajo y lo expondrán y defenderán abriéndose un debate en el que participará el resto del alumnado.</p>
<p><b>Bibliografía:</b></p>	<p><b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Current Protocols in Molecular Biology, 2008, Wiley, USA.</li> <li>- Gene Cloning and DNA Analysis, T. Brown, 2010. 6th Ed., Wiley, USA.</li> <li>- Genes XI, B. Lewin, 2012. 11th Ed., Jones &amp; Bartlett Pub, USA.</li> <li>- Introduction to Biotechnology, W.J.Thieman and M.A. Palladino, 2012, 3rd Ed., Benjamin Cummings.</li> <li>- Molecular Biotechnology. Principles and Applications of Recombinant DNA, B.R. Glick, J. Pasternak y C.L. Patten, 2009, 4th Rev. Ed., American Society for Microbiology, USA.</li> <li>- Molecular Cloning: A Laboratory Manual J. Sambrook, D. Russell, 2012, 4th Ed., Cold Spring Harbour Laboratory Press, USA.</li> <li>- Principles of Gene Manipulation and Genomics S. B. Primrose, R. M. Twyman, 2006. 7th Ed., Blackwell, UK.</li> </ul> <p><b>BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA:</b></p> <p><b>Se darán artículos específicos a lo largo de la asignatura. Otra bibliografía específica se recoge aquí:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 142 problemas de Ingeniería Genética resueltos paso a paso, Blázquez Ortiz, Cristina · Navarro Llorens, Juana María · Rodríguez Crespo, José Ignacio, Editorial síntesis 2021. ISBN: 9788413571454</li> <li>- A Bioinformatics Guide for Molecular Biologists (Inglés) de Sarah J. Aerni, Marina Sirota, 2014. Cold Spring Harbor Laboratory; Edición: 1</li> <li>- An Introduction to Systems Biology: Design Principles of Biological Circuits (Chapman &amp; Hall/CRC Mathematical and Computational Biology) de Uri Alon, 2006. Chapman and Hall/CRC; Edición: 1.</li> <li>- Positioning Synthetic Biology to Meet the Challenges of the 21st Century: Summary Report of a Six Academies Symposium Series. 2013.</li> <li>- Reporting Research: A Biologist's Guide to Articles, Talks and Posters de R. S. Clymo, 2014. Cambridge University Press.</li> <li>- Synthetic Biology Building on Nature's Inspiration Interdisciplinary Research Team Summaries, 2010. The National Academies (US). Washington (DC): National Academies Press (US). ISBN-13: 978-0-309-14942-6I SBN-10: 0-309-14942-8</li> <li>- Microbial Metabolic Engineering. Methods and Protocols. Cheng, Qiong (Ed.). 2012. Springer. ISBN 978-1-61779-483-4</li> <li>- Metabolic Engineering. Jens Nielsen. 2010. Springer. ISBN:3540418482.</li> <li>- Metabolic Engineering in the Post Genomic Era. Boris N. Kholodenko, Hans V. Westerhoff. 2004. Horizon Scientific Press.</li> </ul>

- Pathway Analysis and Optimization in Metabolic Engineering. Nestor V. Torres y Eberhard O. Voit. 2011. Cambridge University Press. ISBN-13: 9780521177481. Online <http://ebooks.cambridge.org/ebook.jsf?bid=CBO9780511546334>
- Systems Metabolic Engineering. Christoph Wittmann and Sang Yup Lee. 2012. Springer. ISBN 978-94-007-4534-6
- Applications of Plant Metabolic Engineering 1st Edition. R. Verpoorte. 2007. Springer. ISBN:1402060300.
- Yeast Metabolic Engineering: Methods and Protocols. Valeria Mapelli. 2014. Humana Press. ISBN: 1493905627.
- A First Course in Systems Biology. Eberhard O. Voit. 2012. Garland Science.
- Synthetic Biology - A Primer. Paul S. Freemont (Editor), Richard I. Kitney (Editor). 2012. Imperial College Press. ISBN: 1848168632. Online <http://www.amazon.com/Synthetic-Biology-Paul-S-Freemont/dp/1848168632>
- Synthetic Biology. Tools and Applications. Huimin Zhao. 2013. Elsevier. ISBN: 978-0-12-394430-6
- Synthetic Biology: Industrial and Environmental Applications. Markus Schmidt. 2012. Wiley. ISBN: 3527659269
- Metabolic Engineering: Concepts and Applications, Sang Yup Lee, Jens Nielsen, Gregory Stephanopoulos. Cyanobacteria Biotechnology 2021 ISBN: 978-3-527-34