



# Guía Docente: Escenarios 1, 2 y 3

## MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL

---



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**CURSO 2021-2022**



## ESCENARIO 1. PRESENCIAL

### I.- IDENTIFICACIÓN

<b>NOMBRE DE LA ASIGNATURA:</b>	<b>Microbiología Industrial</b>
<b>CARÁCTER:</b>	<b>Optativa</b>
<b>MATERIA:</b>	<b>Aplicaciones Bioquímicas 2</b>
<b>MÓDULO:</b>	<b>Avanzado</b>
<b>TITULACIÓN:</b>	<b>Grado en Bioquímica</b>
<b>SEMESTRE/CUATRIMESTRE:</b>	<b>Primero (cuarto curso)</b>
<b>DEPARTAMENTO/S:</b>	<b>Genética, Fisiología y Microbiología</b>

#### PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Grupo A	
Teoría Seminario Tutoría	<b>Profesor: Francisco Amaro Torres</b> <b>Departamento: Genética, Fisiología y Microbiología</b> <b>Despacho: 16</b> <b>e-mail: famaroto@ucm.es</b>
Teoría Seminario Tutoría	<b>Profesor: Ignacio Belda Aguilar</b> <b>Departamento: Genética, Fisiología y Microbiología</b> <b>Despacho: 12</b> <b>e-mail: ignaciobelda@ucm.es</b>
Teoría Seminario Tutoría	<b>Profesor: Serafín Carballo Cuervo</b> <b>Departamento: Genética, Fisiología y Microbiología</b> <b>e-mail: serafinc@ucm.es</b>

### II.- OBJETIVOS

#### ■ OBJETIVO GENERAL

Proporcionar al estudiante conceptos que le permitan entender las bases biológicas de diferentes procesos y tecnologías que utilizan microorganismos como agentes productores, así como los efectos negativos que los microorganismos contaminantes pueden tener en los procesos y productos industriales.

#### ■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar los mecanismos bioquímicos y fisiológicos subyacentes a los procesos microbianos de síntesis y los de deterioro de productos, así como su control.
- Utilizar los modelos matemáticos que describen el comportamiento microbiano, en especial el crecimiento, la síntesis de productos y las cinéticas de inactivación microbiana.



- Emplear las bases de datos disponibles en la red sobre el crecimiento y la inactivación de especies microbianas de interés industrial.

### III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

#### ■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Microbiología general

#### ■ RECOMENDACIONES:

Conocimientos generales de inglés.

### IV.- CONTENIDOS

#### ■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS

Microorganismos industriales. Conservación de microorganismos industriales. Preparación y manipulación. Requerimientos nutricionales de los microorganismos. Fórmula empírica de la biomasa microbiana. Transporte de nutrientes. El metabolismo microbiano y su importancia en los procesos industriales. Regulación del metabolismo energético. Metabolismo primario y secundario. Regulación trofofase-idiofase. Crecimiento de los microorganismos. Crecimiento exponencial. Parámetros cinéticos y energéticos. Instrumentación y control de los procesos microbianos industriales. Fermentación discontinua. Fermentación semicontinua. Fermentación continua. Esterilización industrial. Termobiología: cinética de muerte térmica de los microorganismos. Tasa específica de muerte y parámetros de interés industrial. Los microorganismos como fábricas celulares. Ingeniería metabólica y Microbiología sintética.

#### ■ PROGRAMA:

##### OBJETIVOS Y FUNDAMENTOS DE MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL

- 1.- Concepto de Microbiología industrial. Desarrollo histórico. La explotación de los microorganismos por el ser humano. Procesos microbianos de interés biotecnológico. El futuro de la biotecnología microbiana.
- 2.- Microorganismos de interés en Biotecnología: Diversidad, aislamiento, selección, mantenimiento y conservación. Colecciones de cultivo.
- 3.- Factores fisicoquímicos que afectan al crecimiento. Temperatura, pH, actividad de agua. Medios de cultivo industriales. Materias primas industriales
- 4.- Modelos de crecimiento microbiano. Factores de rendimiento, tasa específica de consumo de sustrato y energía de mantenimiento. Ecuación de Monod.
- 5.- Cultivo discontinuo, alimentado y continuo.
- 6.- Conservación y esterilización de productos biotecnológicos. Tratamientos térmicos, pasteurización, método UHT. Radiaciones. Atmosferas modificadas. Conservantes.

##### TECNOLOGIA DE LAS FERMENTACIONES.

- 7.- Producción de metabolitos primarios I. Productos derivados de la fermentación alcohólica: Etanol. Fermentaciones microbianas para la producción de disolventes (acetona, butanol). Fermentaciones propiónica y butanodioica.



8.- Producción de metabolitos primarios II. Bacterias homolácticas y heterolácticas. Aplicaciones. Producción industrial de ácido láctico. Bacteriocinas.

9.- Producción de metabolitos primarios III. Otros metabolitos primarios: ácido cítrico, ácido glucónico y aminoácidos.

10.- Microorganismos como producto. Producción de biomasa microbiana. Insecticidas microbianos y biofertilizantes.

11.- Metabolitos secundarios microbianos de interés industrial. Estrategias de producción. Producción de antibióticos e inmunosupresores.

#### BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN

12.- Organización y documentación. Alcance, documentos y registros, planes, certificaciones.

13.- Gestión por procesos. Control proceso, control producto, pnc, auditoria microbiológica, trazabilidad.

14.- Mejora de procesos. Herramientas, límites de control, capacidad de proceso.

15.- Sanitización industrial. Limpieza, desinfección, circuitos, instalaciones abiertas.

### V.- COMPETENCIAS

#### ■ GENERALES:

- **CG10:** Evaluar, interpretar y resumir información y datos haciendo uso de la literatura científica
- **CG14:** Comunicar con rigor los aspectos fundamentales de su actividad profesional a otros profesionales de su área, o de áreas afines, y a un público no especializado.

#### ■ ESPECÍFICAS:

- **CE41:** Analizar críticamente los procesos microbianos industriales.

#### ■ TRANSVERSALES:

- **CT5** Capacidad para relacionar los desarrollos biotecnológicos con otras disciplinas dentro de los marcos legales.
- **CT4** Trabajar en equipo, cooperando con otros estudiantes.
- **CT2** Razonar de modo crítico.
- **CT14** Desarrollar una motivación por la calidad.
- **CT9** Ser capaz de dar una charla breve a un auditorio no especializado acerca de un tema de Biotecnología con posible impacto actual en la sociedad.
- **CT12** Reconocer los problemas ecológicos-ambientales en el desarrollo y aplicación de las ciencias moleculares de la vida.



## VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	41	61,5	4,1
Seminarios	3	4,5	0,3
Tutorías/Trabajos dirigidos	6	9	0,6
Preparación de trabajos y exámenes	3	22	1,0
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>97</b>	<b>6</b>

## VII.- METODOLOGÍA

La actividad docente seguirá una metodología híbrida, que hará uso de un aprendizaje colaborativo y un aprendizaje individual. Las actividades presenciales de la asignatura se estructuran en **clases de teoría, seminarios y tutorías**.

En las **clases de teoría** el profesor dará a conocer al alumno el contenido de la asignatura. Se presentarán los conceptos teóricos y algunos hechos experimentales que permitan al alumno obtener una visión global y comprensiva de la asignatura. Al comienzo de cada tema se expondrán el contenido y objetivos principales de dicho tema. Al final del tema se podrán plantear nuevas propuestas que permitan interrelacionar contenidos ya estudiados con los del resto de la asignatura o con otras asignaturas. Como apoyo a las explicaciones teóricas, se proporcionará a los alumnos el material docente apropiado, bien en fotocopias o bien en el Campus Virtual.

Las **clases de seminarios** y **las de tutorías** tendrán como objetivo aplicar los conocimientos adquiridos a un conjunto de cuestiones y/o ejercicios.

## VIII.- BIBLIOGRAFÍA

### ■ BÁSICA:

J. Bullock y B. Khristiansen (1991). Biotecnología básica, Ed. Acribia, Zaragoza.

R. H. Baltz, A.L Demain y J.E. Davies, eds. (2010). Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology (3ª edición), ASM Press, Washington DC. (Es un libro útil para ampliar conocimientos y para elaborar seminarios).

W. Crueger y A. Crueger (1993). Biotecnología. Manual de Microbiología Industrial, Ed. Acribia. (Se ha quedado un poco anticuado, pero sigue siendo bueno para muchos temas)

M.P. Doyle, L.R. Beuchat y T.J. Montville (1997). Food Microbiology. Fundamentals and Frontiers, ASM Press.



A. N. Glacer y H. Nikaido (2007). *Microbial Biotechnology: fundamentals of Applied Microbiology*. (2ª edición) (Se trata de un libro muy completo en aspectos básicos de la biotecnología microbiana, muy recomendable)

B.R. Glick y J.J. Pasternak (1998). *Molecular Biotechnology. Principles and Applications of Recombinant DNA* (2ª edición), ASM Press. (Un libro muy bueno para introducirse y profundizar en la ingeniería genética aplicada a la industria)

J.M. Jay, M. J. Loessner y D.A. Golden (2005). *Modern Food Microbiology*. Springer Science. (Aspectos más destacables de la Microbiología de alimentos).

J. Leveau y M Bouix (2000). *Microbiología industrial. Los microorganismos de interés industrial* (1ª edición), Acribia. (Procesos de producción de metabolitos por distintos microorganismos).

N. Okafor y B. C. Okeke (2017). *Modern Industrial Microbiology and Biotechnology* (2ª edición). CRC Press

P. Shukla (2017). *Microbial Biotechnolgy*. CRC Press.

W.J. Thieman y M.A. Palladino (2010). *Introducción a la Biotecnología*. (2ª edición). Editorial Pearson.

M.J. Waites, N.L. Morgan, J.S. Rockey, G. Hington (2001). *Industrial Microbiology. An introduction*, Blackwell Science, Oxford. (Uno de los mejores libros de texto actuales, ameno y muy recomendable).

#### ■ COMPLEMENTARIA:

B. H. Kim y G. M. Gadd (2019). *Prokaryotic Metabolism and Physiology* (2ª edición). Cambridge University Press.

M. Peleg (2006). *Advanced Quantitative Microbiology for Food and Biosystems*” CRC Press

N. Glazer and H. Nikaido Feeman (1995). *Microbial Biotechnology*”

## IX.- EVALUACIÓN

Para la evaluación final es obligatoria la participación en todas las actividades propuestas. Para poder aprobar la asignatura se debe obtener una calificación media de 5.0 puntos, con un mínimo de 4.0 puntos en cada una de las partes (exámenes escritos, seminarios y trabajo personal).

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán de forma ponderada atendiendo a los siguientes porcentajes, que se mantendrán en todas las convocatorias:

#### ■ EXÁMENES ESCRITOS: 75%

La evaluación de las competencias adquiridas en la parte teórica de la asignatura se llevará a cabo mediante la realización de un único examen final. El examen constará de preguntas sobre aplicación de conceptos aprendidos durante el curso y cuestiones relacionadas.

#### ■ SEMINARIOS: 15%

Se evaluará la participación activa en los seminarios así como en las acciones formativas propuestas, como la preparación de trabajos o exposiciones.



■ **TRABAJO PERSONAL:** **5%**

La evaluación del trabajo de aprendizaje realizado por el alumno considerará la destreza del alumno en la resolución de problemas y ejercicios propuestos, en la preparación de un trabajo o en la discusión de artículos científicos.

■ **ASISTENCIA Y PARTICIPACIÓN ACTIVA EN LAS CLASES:** **5%**

La asistencia y la participación del alumno en todas las actividades se valorará en la calificación final. El 5% de la calificación concerniente a asistencia y participación será solo considerado si la asistencia del alumno supera el 80% de las clases presenciales.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
<b>Bloque 1 Temas 1-6</b>	Clases Teoría	17	1	1ª semana	6ª semana
	Tutoría	2	1	6ª semana	7ª semana
<b>Bloque 2 Temas 7-11</b>	Clase de Teoría	17	1	7ª semana	12ª semana
	Tutoría	2	1	13ª semana	13ª semana
<b>Bloque 3 Temas 12-16</b>	Seminario	3	1	13ª semana	14ª semana
	Clase de Teoría	7	1	14ª semana	16ª semana
	Tutoría	2	1	16ª semana	16ª semana



**RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES**

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
<b>Clases de teoría</b>	CG9-MA1 CG13-MA3 CG12-MA5 CE41-ABII6 CE41-ABII11 CT5-MA1 CT4-MA3 CT2-MA4 CT14-MA5 CT9-MA6 CT12-MA7	Exposición de conceptos teóricos. Planteamiento de cuestiones.	Toma de apuntes, formulación y contestación de cuestiones.	Valoración de las respuestas a preguntas relacionadas con los conceptos teóricos explicados.	41	51,0	85,0	25%
<b>Seminarios</b>		Aplicación de la teoría a la resolución de ejercicios y problemas.	Toma de apuntes. Realización de ejercicios. Formulación y contestación de cuestiones.	Valoración de la resolución de ejercicios prácticos.	3	15,0	25,0	
<b>Tutorías</b>		Dirección y supervisión del estudio y actividades del alumno. Planteamiento de cuestiones.	Resolución de las cuestiones planteadas.	Valoración del trabajo, exposición y desarrollo.	6	9,0	15,0	
<b>Exámenes</b>		Propuesta, vigilancia y corrección del examen. Calificación del alumno.	Preparación y realización.		3	22	25	75%

**P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación**

Si el desarrollo del curso se viese afectado por las condiciones sanitarias, se procederá a la adaptación de la metodología docente y de evaluación de acuerdo a un escenario semipresencial o totalmente virtual, como se describe a continuación.

**ESCENARIO 2. SEMIPRESENCIAL****VII.- METODOLOGÍA**

- **Clases de teoría y seminarios** impartidos por el profesor en el régimen habitual, como en el Escenario 1, y con el mismo contenido. Atendiendo al principio de *máxima presencialidad* aprobado por el Rectorado de la UCM, la sesión será seguida presencialmente por los alumnos en el aula, hasta aforo completo considerando distancia social. Los alumnos ubicados en aulas provistas de cámaras, y que no quepan en el aula, seguirán la sesión virtualmente, bien desde su domicilio o en las zonas de uso público habilitadas por la Facultad para este fin, que estarán debidamente publicitados en el Campus Virtual (CV). Para las aulas que no tienen cámara, se establecerá un turno rotatorio de alumnos presenciales en el aula, atendiendo a la numeración del DNI. Este procedimiento podrá ser modificado por el profesor a lo largo del curso, según considere oportuno, para ir ajustando el aforo del aula con los estudiantes asistentes a su clase.
  - El material docente utilizado se basará en las presentaciones de clase habilitadas en el Campus Virtual UCM empleadas también en el Escenario 1, así como otros tipos de materiales que los profesores de la asignatura consideren de relevancia e interés. Todo el material estará con antelación a disposición de los estudiantes a través del Campus Virtual para su utilización.
  - Los medios telemáticos utilizados para que los alumnos sin presencialidad en el aula sigan virtualmente las sesiones serán las plataformas: Microsoft Teams disponible en el CV, Google Meet o Zoom. El profesor mantendrá abierta una sesión de este tipo para mantener una relación directa y fluida con los estudiantes que asisten virtualmente, pudiendo así proyectarse simultáneamente la presentación .ppt y seguir las tradicionales explicaciones que se den en la pizarra.
- **Tutorías Individuales**  
Se realizarán por video conferencia y/o correo electrónico.
- **Seguimiento del alumnado**  
En la parte de docencia que se realiza de forma presencial se seguirán las mismas técnicas empleadas de forma tradicional.  
En la parte de docencia virtual el seguimiento se realizará por diversas técnicas, según considere el profesor: mediante la herramienta de registro de actividades de cada sesión (Microsoft Teams), el nombre de los asistentes (Google meet), hoja de firmas habilitada en el CV a modo de cuestionario, análisis de descargas efectuadas por los alumnos en el CV, etc.

**IX.- EVALUACIÓN**

Se realizarán exámenes presenciales tal como se describe en el Escenario 1.

**ESCENARIO 3. TOTALMENTE VIRTUAL****VII.- METODOLOGÍA****DOCENCIA ASÍNCRONA**

- 1.- Presentaciones en pdf que recogen todos los contenidos de cada tema. Las presentaciones no sólo tienen figuras, sino los necesarios documentos explicativos.
- 2.- Documentos en pdf de esquemas, escritos a mano, que recogen las “pizarras” del profesor como si se tratase de clases presenciales.
- 3.- Cuestionarios de 20-40 preguntas específicos para cada tema. A la vez, son una guía de estudio y un método de autoevaluación.

**DOCENCIA ON-LINE EN DIRECTO**

Clases de resolución de dudas sobre cada tema específico utilizando la herramienta Microsoft Teams y el material suministrado previamente. Cada clase queda grabada y disponible en el correspondiente apartado del Campus virtual.

Además, el profesorado estará disponible para recibir y responder a cualquier pregunta de los alumnos, vía correo electrónico.

**IX.- EVALUACIÓN****Tipo de examen:**

El examen virtual se llevará a cabo a través de distintos tipos de cuestionarios y/o tareas utilizando las distintas herramientas que ofrece el Campus Virtual.

**Identificación de estudiantes:**

Se controlará a través del acceso de los estudiantes al Campus Virtual, el cual queda registrado a través de su identificación con nombre de usuario y contraseña.

**Seguimiento de estudiantes durante la prueba:**

Se llevará a cabo tanto de forma sincrónica mediante conexión abierta de Microsoft Teams en el campus virtual, así como de forma asincrónica comprobando el correcto desarrollo de la prueba mediante la sección de registros de actividad de la asignatura en el Campus Virtual.

**Mecanismo de revisión no presencial previsto:**

Se efectuará con la creación de la pertinente actividad en el Campus Virtual, y haciendo uso de Microsoft Teams, si fuera necesario.

**Mecanismo empleado para la documentación/grabación de las pruebas de evaluación para su posterior visualización y evidencia:**

Las evidencias de los exámenes se almacenarán de manera que no sólo un profesor tenga acceso a ellas, evitando su almacenamiento en el correo electrónico. Y esto se mantendrá no sólo para la revisión de examen sino también para futuras auditorías externas.

Con carácter general, la referencia de actuación será la recogida en la página web de la Facultad de Ciencias Químicas.