



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



Etsi Agronómica, Aliment. y
Biosistemas

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

20504224 - Biorreactores

PLAN DE ESTUDIOS

20BT - Grado En Biotecnología

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	20504224 - Biorreactores
No de créditos	5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Tercero curso
Semestre	Quinto semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Inglés/Castellano
Titulación	20BT - Grado en Biotecnología
Centro responsable de la titulación	20 - Etsi Agronómica, Aliment. Y Biosistemas
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Carlos Echavarrí Erasun	Lab Micro	carlos.echavarrí@upm.es	X - 12:30 - 13:30
Nils Stefan Buren (Coordinador/a)	Lab Micro	stefan.buren@upm.es	X - 12:30 - 13:30

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Carmen Lopez Diaz	carmen.lopez@upm.es	ETSIAAB

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Metabolismo Y Su Regulación
- Microbiología

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Biotecnología no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB03 - 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

CE31 - Ser capaz de cultivar células animales y vegetales y conocer los sistemas de cultivo, y sus aplicaciones.

CE32 - Capacidad para conocer los principales parámetros necesarios para el diseño, manejo y control de los diferentes tipos de biorreactores.

CE34 - Habilidad para diseñar y ejecutar un protocolo completo de obtención y purificación de un producto de interés biotecnológico y asimilar las diferentes restricciones técnicas a que está sometido cualquier proceso biotecnológico a nivel industrial.

CG02 - Familiarizarse con el trabajo en el laboratorio, la instrumentación y los métodos experimentales. Además, ser capaz de realizar experimentos y/o diseñar aplicaciones de forma independiente y describir, cuantificar, analizar y evaluar críticamente los resultados obtenidos.

CG04 - Adquirir la formación y habilidades para el desarrollo de la investigación biotecnológica (tecnologías y estrategias frontera), de cara a su posterior aplicación.

CG07 - Adquirir la formación profesional para cubrir la demanda de las empresas biotecnológicas y para el acceso a estudios de postgrado del área.

CT03 - Tener compromiso ético y profesional y respeto por el medio ambiente.

CT09 - Tener capacidad de análisis y síntesis para interpretar datos relevantes y abordar los problemas desde diferentes perspectivas

4.2. Resultados del aprendizaje

RA186 - Dominar los procesos de producción de biomasa microbiana y sus usos más importantes

RA182 - Conocer los procesos biotecnológicos llevados a cabo por microorganismos y entender sus aspectos críticos

RA185 - Utilizar herramientas de manipulación genética de microorganismos para la mejora de procesos biotecnológicos

RA179 - Conocer bien las bases del diseño de plantas biotecnológicas

RA183 - Ser capaz de valorar la adecuación de un microorganismo para llevar cabo aplicaciones biotecnológicas concretas

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo de la asignatura es instruir a los alumnos de Biorreactores del tercer año del grado de Biotecnología en los siguientes temas: Cinética microbiana, balances de masas, tipos de biorreactores, diseño de biorreactores y su operación, crecimiento microbiano en biorreactores, biología de los microorganismos de interés industrial, rutas metabólicas de importancia industrial y su regulación, ingeniería metabólica bacteriana, fundamentos de enzimología industrial, reactores enzimáticos y con catalizadores inmovilizados, escalado de procesos.

5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción: Biorreactores, procesos bioquímicos e ingeniería bioquímica
2. Crecimiento microbiano en biorreactores
 - 2.1. Parámetros y fases de crecimiento
 - 2.2. Factores que afectan al crecimiento: Temperatura, pH, oxígeno y contaminantes
3. Diseño de biorreactores
 - 3.1. Sistema y límites del sistema
 - 3.2. Modos de operación de los biorreactores
 - 3.3. Balances de masa
 - 3.4. Reactores ideales
 - 3.5. Flujo no ideal
4. Biorreactores con aireación y mezcla
 - 4.1. Primeros fermentadores
 - 4.2. Solubilización de oxígeno en medio acuoso
 - 4.3. El biorreactor con aireación y mezcla
 - 4.3.1. El tanque de fermentación
 - 4.3.2. Elementos de control de mezcla
 - 4.3.3. Elementos de control de temperatura
 - 4.3.4. Control del proceso
 - 4.3.5. Elementos de control de aireación
 - 4.3.6. Elementos de control de pH, antiespumante, axiliares, etc
 - 4.3.7. Separación de medio-producto
5. Otros tipos de biorreactores
 - 5.1. Bioreactor con agitación
 - 5.2. Biorreactores airlift
 - 5.3. Biorreactores de membrana
 - 5.4. Biorreactores de lecho fijo
 - 5.5. Fotobiorreactores

5.6. Biorreactores desechables

6. Mejora de organismos industriales

6.1. Técnicas de mejora de organismos industriales

6.2. Mejora mediante ingeniería metabólica microbiana

7. Enzimas industriales

7.1. Revisión de cinética enzimática. Eficiencia catalítica

7.2. Usos industriales de enzimas

7.3. Sistemas de inmovilización de enzimas. Estabilidad de enzimas

7.4. Cinética de biocatalizadores inmovilizados. Efectos electrostáticos y estéricos

7.5. Aplicaciones de los catalizadores inmovilizados

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 2 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Tema 2 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Tema 2 Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	Tema 2 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	Tema 3 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	Tema 3 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	Tema 4 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	Prueba de Evaluación Progresiva - Parte I Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación			Prueba de Evaluación Progresiva - Parte I EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
10	Tema 4 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Prácticas: Sesiones 1, 2, 3, 4, 5 (grupos 1 y 2). Duración: 12:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio Examen de prácticas Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación		Examen de prácticas que valdrá un 10% de la calificación global. El trabajo obligatorio a entregar valdrá un 10% de la calificación global. EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30

11	<p>Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Introducción a las prácticas de laboratorio. Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p>Tema 4 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
13	<p>Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 6 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Prácticas: Sesiones 1, 2, 3, 4, 5 (grupos 3 y 4). Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>Examen de prácticas Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>		
14	<p>Tema 6 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Prácticas: Sesiones 1, 2 (grupos 5 y 6). Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
15	<p>Tema 7 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Prácticas: Sesiones 3, 4, 5 (grupos 5 y 6). Duración: 00:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>Examen de prácticas Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>		
16				
17				<p>Prueba de Evaluación Progresiva - Parte II EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p> <p>Prueba de evaluación Global EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Prueba de Evaluación Progresiva - Parte I	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	5 / 10	CE34 CG07 CB03 CT09 CG04 CE32
10	Examen de prácticas que valdrá un 10% de la calificación global. El trabajo obligatorio a entregar valdrá un 10% de la calificación global.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	20%	5 / 10	CB03 CT03 CE31 CG02 CT09
17	Prueba de Evaluación Progresiva - Parte II	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	5 / 10	CG04 CE32 CE34 CG07 CB03 CT09

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Prueba de evaluación Global	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	80%	5 / 10	CG04 CG07 CE32 CB03 CT03 CE34 CE31 CG02 CT09

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Prueba de evaluación global	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	80%	5 / 10	CE32 CE34 CG04 CG07 CB03 CT03 CE31 CG02 CT09

7.2. Criterios de evaluación

Sistema de Evaluación:

Evaluación de la asignatura. Consiste en un examen parcial (PEP, liberatorio) (40% de la calificación global) y una prueba de evaluación global (80% de la calificación global). Ambas pruebas son escritas, y podrán incluir preguntas tipo test, de desarrollo, preguntas cortas y problemas.

Además, hay que incluir las prácticas que son obligatorias. Eso implica atender a las cinco sesiones de laboratorio, y una sesión en la sala de clase (introducción a las prácticas de laboratorio). La nota final de prácticas será un 20% de la calificación global. La ejecución de todas las sesiones de prácticas y el examen de prácticas aprobado (5/10) son obligatorios para aprobar la asignatura. En relación a las prácticas, además del aprendizaje y comprensión, se pretende que el estudiante también conozca las operaciones básicas de laboratorio, sepa manejar el materia en un laboratorio microbiológico, y adquiera la habilidad y destreza que va a necesitar para posteriores asignaturas, siempre contemplando unas medidas de seguridad adecuadas.

Pruebas de evaluación global:

CONVOCATORIA ORDINARIA

1- Evaluación de las unidades temáticas desarrolladas en las actividades de aula. Estas se evaluarán mediante la realización de dos exámenes que podrán incluir preguntas tipo test, problemas y preguntas de desarrollo teórico. El peso de cada uno de estos exámenes representa el 40% de la calificación global. La calificación superior a 5 es obligatoria en ambas pruebas para poder superar la asignatura.

2- Evaluación de las prácticas de laboratorio mediante examen presencial individual. Esta actividad representa el 20% de la calificación global. El 10% corresponderá a un examen, y el 10% a un trabajo (informe de laboratorio). La calificación superior a 5 es obligatoria para superar la asignatura. Para realizar la suma de las las distintas actividades evaluables llevadas a cabo por los alumnos, éstos deberán obtener una puntuación mínima de 5 sobre 10 en cada uno de los pruebas teóricas y prácticas.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

En convocatoria extraordinaria, la calificación se compone de:

1- Evaluación de las Unidades Temáticas desarrolladas en las actividades de aula. Estas se evaluarán mediante la realización de un exámenes que podrán incluir preguntas tipo test, problemas y preguntas de desarrollo teórico, y cuya nota corresponderá al 80% de la calificación global (siendo el otro 20% la nota de prácticas).

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Bioprocess Engineering - Basic concepts	Bibliografía	2nd ed (2002). Prentice Hall. Shuler & Kargi.
Principles of Fermentation Technology	Bibliografía	3rd ed (2017). Butterworth Heinemann. Stanbury, Whitaker and Hall.
Brock Biology of microorganisms	Bibliografía	15th ed (2019). Pearson. Madigan, Bender, Buckley, Sattley and Stahl.
Reactores bioquímicos. (1986)	Bibliografía	Ed. Reverté. B. Atkinson
Practical Fermentation Technology	Bibliografía	1st ed (2002). Wiley. McNeil and Harvey.
Biotecnología de la fermentación (1991)	Bibliografía	Editorial Acribia. O.P. Ward
Bioprocess Engineering Principles	Bibliografía	2nd ed (2013). Academic Press. Doran.
Moodle	Recursos web	Plataforma Moodle del sitio web de la UPM
Fermentador de Investigación	Equipamiento	Instalación de fermentación completa para investigación y mejora de organismos industriales.
Material de Laboratorio	Equipamiento	Microscopios ópticos; Utensilios propios de un laboratorio de microbiología; Incubadores; Autoclaves; Cabinas de flujo laminar; mecheros Bunsen; Espectrofotómetros; Sensores de oxígeno disuelto; Centrífugas.
Engineering Principles in Biotechnology	Bibliografía	1st ed (2018). Wiley. Hu.

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Sobre las prácticas de laboratorio: Los estudiantes de Biorreactores tienen seis sesiones de prácticas obligatorias, 12:30 h en el laboratorio (divididas en cinco sesiones y el examen de prácticas) y 0:30 h en la sala de clase (una sesión de introducción a las prácticas). Para la parte práctica (las cinco sesiones en el laboratorio), los alumnos se dividirán en seis grupos. Cada grupo realizará cada una de las cinco sesiones. Estas sesiones prácticas se realizarán entre los meses de noviembre y diciembre en los laboratorios del Dpto. de Microbiología localizados en la ETSIAAB. Por razones de seguridad, el estudiante deberá venir a las prácticas con bata como equipo de protección individual básico. Aquellos alumnos que no se presenten con los medios requeridos no podrán realizar las prácticas asumiendo las consecuencias que ello pudiera acarrear en términos de evaluación de la asignatura.

Sobre las Competencias Transversales: La Comisión de Calidad del Centro en su reunión de 29 de mayo de 2023 acordó aprobar la propuesta de reasignación de competencias transversales en las asignaturas de los Grados en Biotecnología, Ingeniería Alimentaria, Ingeniería Agrícola, Ingeniería Agroambiental, Ciencias Agrarias y Bioeconomía, y en el Máster Universitario en Ingeniería Agronómica. En virtud de dicho acuerdo esta asignatura ha sido designada como "Asignatura Punto Control*" de la Competencia Transversal **CT9: "Tener capacidad de análisis y síntesis para interpretar datos relevantes y abordar los problemas desde diferentes perspectivas"**. Esto significa que tiene la obligación de recopilación de evidencias de las actividades formativas y de evaluación relacionadas con dicha CT, para su consideración en los sistemas de acreditación de la calidad del Centro. Esta Competencia Transversal se valorará tanto en el laboratorio como en los ejercicios de resolución de problemas en el examen escrito. Para la parte de laboratorio, en la introducción de una hora a las prácticas de laboratorio, se presentará a los estudiantes un producto que deberán producir en el laboratorio. También se les proporcionará literatura y una lista del equipo de laboratorio disponible para llevar a cabo esta tarea. Los estudiantes formarán grupos, analizarán la tarea e interpretarán los datos de la literatura para diseñar su práctica de laboratorio. Al final de la práctica de laboratorio, se determinará la cantidad de producto producido por cada grupo y los estudiantes analizarán su resultado en relación con los resultados de los otros grupos. Para los ejercicios de resolución de problemas, las preguntas del examen contendrán información sobre tasas de crecimiento en un biorreactor, consumo de sustrato, formación de productos, etc., que los estudiantes necesitarán interpretar para calcular la respuesta a la pregunta dada.

*Asignatura punto control (APC): aquella asignatura en la que se verificará la formación y evaluación de la competencia transversal que le corresponda.