

## 1. Identificación de la asignatura

<b>NOMBRE</b>	Laboratorio de Bioprocesos	<b>CÓDIGO</b>	GIQUIM01-4-009
<b>TITULACIÓN</b>	Graduado o Graduada en Ingeniería Química	<b>CENTRO</b>	Facultad de Química
<b>TIPO</b>	Optativa	<b>Nº TOTAL DE CREDITOS</b>	6.0
<b>PERIODO</b>	Segundo Semestre	<b>IDIOMA</b>	Español
<b>COORDINADOR/ES</b>	<b>EMAIL</b>		
Gutiérrez Lavin Antonio	agl@uniovi.es		
<b>PROFESORADO</b>	<b>EMAIL</b>		
Gutiérrez Lavin Antonio	agl@uniovi.es		
Collado Alonso Sergio	colladosergio@uniovi.es		

## 2. Contextualización

La asignatura "Laboratorio de Bioprocesos" forma parte del Módulo Optativo del Grado en Ingeniería Química. Se trata de una asignatura optativa de seis créditos que pertenece a la Materia de Ingeniería Química. La asignatura es impartida por el Área de Ingeniería Química del Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente.

Por otra parte, esta asignatura está directamente relacionada con otras también de carácter optativo: "Fundamentos de la Ingeniería de Bioprocesos" y "Tecnología de los Bioprocesos Industriales", ambas de carácter teórico, que en conjunto con la realización del "Trabajo de Fin de Grado" en un tema relacionado con los procesos biológicos conforman el núcleo principal del conocimiento relativo a la ingeniería de bioprocesos. La matriculación y superación de todas estas asignaturas de carácter optativo por parte del alumno le conllevaría la obtención de la denominada "mención en bioprocesos" del Grado en Ingeniería Química. Además de las asignaturas antes relacionadas, todas ellas a ser cursadas en el 2º cuatrimestre del 4º y último curso del Grado en Ingeniería Química, el alumno habrá complementado su formación en esta línea de los bioprocesos al haber cursado previamente, 1º semestre, 4º curso, la asignatura denominada "Bioquímica" de carácter obligatorio.

La asignatura tiene como objetivo poner en práctica los conocimientos teóricos previamente adquiridos y desarrollar las habilidades asociadas a las asignaturas: "Fundamentos de la Ingeniería de Bioprocesos" y "Tecnología de los Bioprocesos Industriales", que se cursan en paralelo en el 2º cuatrimestre de este 4º curso del Grado en Ingeniería Química. Se pretende que el alumno adquiera competencias como el dominio de técnicas experimentales de laboratorio y el manejo de equipos en el ámbito de la Ingeniería de Bioprocesos. Por último, indicar que esta asignatura está concebida de forma que se resalte el carácter interdisciplinario del trabajo biotecnológico, pretendiéndose ejercitar, en la medida de lo posible, el abanico de habilidades relacionadas con el trabajo biotecnológico experimental, que incluye, además de las habilidades manuales convencionales, las habilidades intelectuales relacionadas con la búsqueda y síntesis de información relevante, la planificación y organización de los experimentos, así como el análisis riguroso y la comunicación oral y escrita de sus resultados.

## 3. Requisitos

Para cursar esta asignatura no es obligatorio haber superado ninguna asignatura en concreto del Grado. Aunque no es un requisito de matrícula, por pertenecer al mismo curso académico, la presente asignatura debería cursarse si en paralelo se cursan las asignaturas: "Fundamentos de la Ingeniería de Bioprocesos" y "Tecnología de los Bioprocesos Industriales", ya que en ellas se explican los conceptos fundamentales que permiten el perfecto seguimiento de este laboratorio. Así mismo, y tal y como se acaba de comentar, resultaría muy conveniente haber cursado y superado la asignatura de "Bioquímica"

Los alumnos deben personarse en las sesiones de prácticas con los guiones de prácticas, bata de laboratorio, gafas de seguridad y cuaderno de notas. Opcionalmente se podrá llevar un ordenador portátil para la toma de datos y realización de cálculos. No se permitirá la entrada en el laboratorio sin los elementos de seguridad imprescindibles.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

### Competencias generales

CG2 (i)	Capacidad para organizar y planificar la formulación y resolución de problemas de carácter investigador o productivo
CG5 (i)	Capacidad de obtener, gestionar y almacenar de forma ordenada información relevante de su campo de estudio
CG9 (p)	Capacidad para trabajar sólo o en grupo, posiblemente de carácter multidisciplinar, con disponibilidad y flexibilidad para dirigir y ser dirigido en función de la definición coyuntural o la

	imposición circunstancial de liderazgos o prioridades.
CG13 (p)	Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Química.
CG14 (s)	Tener capacidad para el aprendizaje autónomo, el entrenamiento y la readaptación continua a nuevos tiempos, nuevos retos, nuevas tecnologías, nuevos equipos y nuevas condiciones de trabajo, así como para la interacción sinérgica con expertos de áreas afines o complementarias, de forma crítica y autocrítica.
CG15 (s)	Capacidad para el estudio, la investigación y el desarrollo científico y tecnológico en el ámbito de la Ingeniería Química, de forma creativa y continua.
CG18 (s)	Capacidad de implantar un entorno que premie la iniciativa y el espíritu emprendedor.
CG20 (s)	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones

#### Competencias específicas

CE1(a)	Capacidad para interiorizar, por vía de comprensión crítica, los conceptos fundamentales de las ciencias básicas experimentales e incorporarlos de forma fluida al pensamiento crítico y experto, fuera y dentro del ámbito del trabajo.
CE7(a)	Conocimientos sobre Balances de Materia y Energía, Operaciones de Separación, Ingeniería de la Reacción Química, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.
CE18(a)	Tener capacidad para adaptarse con éxito a situaciones y problemas novedosos con información incompleta, incierta o evolucionante.
CE28(p)	Capacidad para concebir, modelizar y diseñar transformaciones físicas y químicas de interés práctico en el laboratorio y en la industria

Las competencias específicas asociadas a las asignaturas optativas deben ser:

CEOP1(p) Conocimientos y capacidad para el desarrollo de procesos de naturaleza bioquímica, y biotecnológica, que impliquen la utilización de microorganismos y su paso de escala a nivel industrial (Bioquímica, Tecnología de Bioprocesos, Bioprocesos Industriales, Laboratorio de Bioprocesos).

Estas competencias se concretan en los siguientes *resultados de aprendizaje*:

RM05:	Conocer las diferentes operaciones básicas asociadas al desarrollo de un bioproceso, tanto a nivel de laboratorio como de planta piloto e industrial
RM06:	Diseñar, a nivel práctico, las rutinas procesales más habituales, tanto para el seguimiento y control de un bioproceso como para el manejo de ADN, enzimas y microorganismos
RM07:	Poseer las capacidades/habilidades manuales necesarias para llevar a cabo las metodologías prácticas más habituales en los laboratorios de Bioquímica, Microbiología e Ingeniería Química

## 5. Contenidos

La asignatura se centra principalmente (pero no exclusivamente) en los aspectos prácticos de las asignaturas teóricas de "Fundamentos de la Ingeniería de Bioprocesos" y "Tecnología de los Bioprocesos Industriales". Puede incluir también aspectos prácticos relacionados con las asignaturas teóricas ya cursadas en semestres anteriores (como por ejemplo "Bioquímica"). Los contenidos de la asignatura se han organizado con arreglo a las siguientes prácticas:

### Prácticas con guión

#### **Técnicas básicas de aislamiento, identificación y cultivo de microorganismos.**

1. Preparación y esterilización de medios de cultivo. Aislamiento de cultivos puros a partir de una mezcla de bacterias. Aislamiento de

- microorganismos del aire.
- Observación de microorganismos al microscopio óptico: Observación en fresco. Tinción Gram y tinción simple. Observación de esporas bacterianas. Observación de microorganismos eucariotas: hongos y levaduras.
  - Análisis de crecimiento microbiano. Recuento del número de viables. Efecto del calor y de los antisépticos sobre el crecimiento bacteriano. Resistencia a antibióticos.

#### **Biorreactores.**

- Fermentación de leche por *bacterias lácticas* para la obtención de yogurt en un biorreactor discontinuo.
- Fermentación de suero lácteo por *bacterias lácticas* para la producción de ácido láctico. Determinación de los parámetros cinéticos del proceso.
- Operación con un digestor anaerobio. Tratamiento de una corriente líquida con elevada carga orgánica. Medida de biogás.

#### **Separación de proteínas.**

- Determinación del contenido en proteínas por el método de Bradford. Hidrólisis ácida y básica para la producción de péptidos. Determinación de propiedades funcionales de proteínas y péptidos (solubilidad, capacidad emulsionante, capacidad espumante, propiedades antioxidantes).

#### **Simulación de bioprocesos**

- Observación y descripción, mediante el empleo de un ordenador, de cinéticas enzimáticas y celulares, tanto en reactores discontinuos como continuos, de diferentes bioprocesos. Valoración del efecto producido sobre el rendimiento final al modificar los distintos parámetros operativos.

#### **Prácticas sin guión**

El título y objetivo de estas prácticas serán indicados a los alumnos al comienzo de las mismas. A modo de ejemplo y a continuación se indican dos posibles prácticas de este tipo:

- Fermentación de frutas por *levaduras* para la producción de bioetanol, mediante una etapa final de destilación diferencial del producto fermentado. Obtención de rendimientos
- Tratamiento de aguas residuales en reactores biológicos discontinuos. Encapsulación de microorganismos para comprobar su eficacia frente a microorganismos libres

## **6. Metodología y plan de trabajo**

Las actividades formativas presenciales tendrán lugar fundamentalmente en el laboratorio. Se combinarán *prácticas con guión* y *prácticas sin guión*, concebidas estas últimas como mini-proyectos. Las prácticas con guión tendrán carácter preparatorio o introductorio de las prácticas sin guión. Con objeto de racionalizar la organización docente de la asignatura, se ha realizado la distribución de sus contenidos con arreglo a la tipología de modalidades de la que se presenta a continuación un cronograma en el que se detallan las actividades previstas en el periodo temporal asignado:

MODALIDADES		Horas	%	Totales
Presencial	Clases Expositivas	---	---	89 (59.33%)
	Práctica de aula / Seminarios / Talleres	7	4.66	
	Prácticas de laboratorio / campo / aula de informática / aula de idiomas	75	50.00	
	Prácticas clínicas hospitalarias	---	---	
	Tutorías grupales	---	---	
	Prácticas Externas	---	---	
	Sesiones de evaluación	7	4.66	
No presencial	Trabajo en Grupo	45	30.00	61
	Trabajo Individual	16	10.66	(40.66%)
Total		150		

La actividad presencial será del 59.33% y las correspondientes actividades formativas constarán de 7 horas de prácticas de aula, 75 horas de realización de prácticas y 7 horas de sesiones de evaluación, que incluyen tanto evaluaciones escritas como una presentación oral. La actividad no presencial será un 40.67% del tiempo total.

En las *prácticas de aula* previas a la ejecución de las prácticas, el profesor expondrá el fundamento teórico y las operaciones experimentales

a realizar, así como las precauciones de seguridad a tener en cuenta y otros aspectos relacionados con la elaboración de informes y tratamiento de datos.

En las clases *prácticas de laboratorio* los alumnos trabajarán en grupos reducidos y realizarán la parte experimental de las prácticas planteadas. Cada práctica, con o sin guión, se llevará a cabo en un número de sesiones que podrá diferir en función de la práctica.

Las *prácticas con guión* serán llevadas a cabo a la manera tradicional. El alumno deberá hacer una lectura previa del guión de prácticas y elaborar un informe completo de cada práctica de laboratorio en el que se indicarán los resultados obtenidos (en forma tabular o gráfica, según el tipo de información), y se contestará a las cuestiones planteadas, que incluirán un análisis crítico de los resultados experimentales (no una mera reproducción de los mismo) y su concordancia con las teorías más habituales existentes en la bibliografía. Dicho informe será objeto de revisión por parte del profesor responsable de la práctica, quien –tras la corrección correspondiente- indicará al alumno los aspectos a mejorar del mismo previamente a la remisión del mismo en su versión final.

Las *prácticas sin guión* consistirán en la realización de todas las etapas de un experimento sencillo, que incluyen:

- la búsqueda de la información
- la elaboración de un protocolo
- la preparación de los materiales
- la ejecución del experimento
- la recogida de los resultados
- el análisis de los resultados
- la presentación escrita en una memoria y oral en público, respectivamente.

El desarrollo de las prácticas sin guión constará pues de varias fases que pueden ser presenciales, no presenciales o mixtas.

## 7. Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

Es obligatoria la asistencia a las prácticas de aula y a las prácticas de laboratorio, teniéndose en cuenta la participación activa en las mismas. En casos debidamente justificados será válida una asistencia superior al 90 %.

En el caso de las clases **prácticas convencionales con guión**, por una parte se hará una evaluación continua de los conocimientos adquiridos y asimilados por el estudiante y de las habilidades básicas desarrolladas en el laboratorio (**que incluye puntualidad, actitud, preparación para el trabajo a realizar y lectura previa de la información relevante, corrección en el manejo de equipos y productos químicos, y otros aspectos como el adecuado orden y limpieza tras la finalización de la práctica**). Por otra parte se calificará la memoria de prácticas entregada, teniéndose también en cuenta en esta valoración la corrección gramatical y ortográfica. En este caso el porcentaje de cada sistema de evaluación será el siguiente:

1. Evaluación del trabajo en el laboratorio	25 %
2. Realización y revisión del primer informe escrito	5 %
3. Evaluación de los informes finales de prácticas y visitas	20 %
4. Evaluación de exposiciones orales	10 %
5. Evaluación de examen escrito	40 %

Para las **prácticas sin guión** se valorará de forma individualizada la calidad de los protocolos experimentales diseñados por los estudiantes, del cuidado en su ejecución, la corrección de su anotación en un cuaderno de protocolos y la eficacia de su transmisión en una presentación pública. En estas prácticas sin guión la calificación final será el resultado de considerar un 25% para cada uno de los cuatro grandes bloques de actividad: realización de los protocolos, realización de los experimentos, presentación escrita y oral de los resultados.

1. Evaluación del trabajo en el laboratorio	25 %
2. Realización y revisión del protocolo experimental	25 %
3. Evaluación de los informes finales de prácticas	25 %
4. Evaluación de exposiciones orales	25 %

**Para aprobar la asignatura la calificación obtenida en cada uno de los apartados no podrá ser inferior al 40 % de su valor máximo.** Si no se alcanzan dichas calificaciones mínimas no se aprueba la asignatura. Todas las actividades tendrán una puntuación comprendida entre 0 y 10 puntos.

La calificación final (en todas las convocatorias) se calculará con las notas obtenidas en los aspectos anteriormente indicados, teniendo en cuenta los porcentajes de ponderación señalados en cada uno de ellos. **Para aprobar la asignatura la suma global deberá estar comprendida entre 5 y 10 puntos.** La calificación de las prácticas de laboratorio se mantendrá en todas las convocatorias de la asignatura del correspondiente curso académico. **Las prácticas con guión ponderarán el 50% de la calificación final de la asignatura y las prácticas sin guión el otro 50%.**

En las siguientes convocatorias dentro del mismo curso académico, los alumnos se presentarán a los aspectos no superados en la primera convocatoria del curso y la evaluación se realizará de acuerdo con los criterios de la primera convocatoria, salvo los estudiantes que no

hayan superado en la primera convocatoria del curso el aspecto 1 denominado Trabajo en el Laboratorio que deberán realizar un examen práctico, que consistirá en la realización en el laboratorio en presencia de un profesor, de la(s) práctica(s) de laboratorio a elegir por el profesor. Este examen, de 3 horas de duración, se llevará a cabo en la misma jornada que el examen teórico. El examen teórico podrá consistir en: a) Elaborar un protocolo experimental que permita estudiar un problema análogo a los desarrollados durante el curso; b) Responder a una serie de preguntas concretas que versen sobre las prácticas previamente realizadas. C) Ambas opciones anteriores de forma simultánea.

## 8. Recursos, bibliografía y documentación complementaria

### *Bibliografía de referencia*

- Guiones de prácticas
- Información específica (artículos, monografías) sobre las prácticas a realizar.

### *Bibliografía complementaria*

- Biotechnology. Ed. H. J. Rehm and G. Reed. Wiley-VCH. 1985.
- Díaz, M. 2012. Ingeniería de Bioprocesos. Ed. Paraninfo. Madrid
- Gómez, M.A. & Hontoria, E. 2003. Técnicas analíticas en el control de la Ingeniería Ambiental. Ed. Universidad de Granada. Granada.
- Madigan, M.T.; Martinko, J.M.; Dunlap, P.V., & Clark, D.P. *Brock-Biology of Microorganisms*. 12<sup>th</sup> ed. Pearson Education Inc., 2009. (V. E.: "*Brock-Biología de los Microorganismos*" Pearson Education s.a., 2009).
- *Methods for General and Molecular Bacteriology*, varios editores y años.
- Perry, R.H.; Green, D.W., *Perry's Chemical Engineers' Handbook* (7th Edition), McGraw-Hill, (1997)
- Shuler, M. L., Kargi, F. *Bioprocess Engineering. Basic Concepts*. Prentice Hall. 2002.
- Willey, J.M.; Sherwood, L.M. & Woolverton, C.J. "Microbiology de Prescott, L.M.; Harley, J. P. & Klein, D. A." 7<sup>a</sup> ed. McGraw-Hill Co, Inc., 2008. (V. E.: "Microbiología" Ed. McGraw-Hill-Interamericana, 2009).