GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

BIORREACTORES

Curso 2017-2018

(Fecha última actualización: 17/06/2017)
(Fecha de aprobación en Consejo de Departamento: 21/06/2017)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Ingeniería de Bioprocesos	Biorreactores	3º	5º	6	Obligatoria

PROFESORES[1]	DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS
• Miguel García Román: Teoría, Prácticas (Grupo 1) • Deisi Altmajer Vaz: Prácticas (Grupo 2)	Dpto. Ingeniería Química, Facultad de Ciencias 1ª planta, Despacho núm. 4 Tél.: 958241392 Correos electrónicos: mgroman@ugr.es; deisiav@ugr.es
	HORARIO DE TUTORÍAS[1]
	Prof. Miguel G.R. Martes de 9:30 a 12:30 Viernes de 10:00 a 13:00 **Profª. Deisi A.V.** Lunes de 15:30 a 17:30 Martes de 9:30 a 11:30 Miércoles de 15:30 a 17:30

GRADO EN EL QUE SE IMPARTE	OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR
Grado en Biotecnología	-

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)
Se recomienda tener cursados y superados el módulo de Formación Básica y las asignaturas Procesos Biotecnológicos Industriales y Fundamentos de Ingeniería Bioquímica.

[1] Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

Cinética enzimática. Cinética del cultivo de microorganismos. Biocatalizadores inmovilizados. Reactores enzimáticos. Fermentadores discontinuos. Fermentadores continuos. Biorreactores no convencionales. Agitación, aireación y esterilización. Interacción de microrganismos. Escalado.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Básicas y Generales

CB3 - 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.
CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

Transversales

CT1 - Capacidad de análisis y síntesis
CT3 - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica y de resolver problemas
CT4 - Capacidad de comunicar de forma oral y escrita en las lenguas del Grado
CT5 - Razonamiento crítico
CT7 - Sensibilidad hacia temas medioambientales
CT8 - Capacidad para la toma de decisiones

Específicas

CE20 - Conocer los principios básicos de la cinética enzimática y sus aplicaciones a la transformación de biomoléculas.
CE21 - Estudiar el diseño y funcionamiento de los biorreactores.
CE24 - Conocer y analizar los criterios de escalado en bioprocesos.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

Al superar la asignatura el alumno conocerá/comprenderá:

- Las técnicas de inmovilización de biocatalizadores y analizar su implicación en la cinética del proceso.
- El diseño de los medios de cultivo.
- Los diferentes tipos de interacciones entre microrganismos y los medios de actuación para aprovecharlas o evitarlas.
- Las características y aplicaciones de los biorreactores pulsantes, agitados por fluidos, biorreactores de membrana y fotobiorreactores.
- Los criterios de escalado al diseño de biorreactores.

Del mismo modo, al superar la asignatura el alumno debe ser capaz de:

- Desarrollar y determinar parámetros de modelos cinéticos de procesos enzimáticos y microbiológicos. Procesos con enzimas y microrganismos inmovilizados.
- Plantear e interpretar la investigación experimental de la cinética de un proceso enzimático o microbiológico.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

Tema 1. Introducción a la ingeniería de la reacción bioquímica.
Tipos de reacciones bioquímicas de importancia industrial. Ejemplos de aplicaciones industriales. Nociones básicas de cinética aplicada: velocidad de reacción y métodos para su estudio.

BLOQUE 1 – REACTORES ENZIMÁTICOS

Tema 2. Las enzimas como catalizadores industriales.
Enzimas: definición y clasificación. Uso industrial de las enzimas. Inmovilización de enzimas.

Tema 3. Cinética de las reacciones enzimáticas homogéneas.
Mecanismo de acción enzimática. Reacciones enzimáticas con un solo sustrato. La ecuación de Michaelis-Menten. Modulación de la acción enzimática: activación e inhibición. Reacciones con dos sustratos. Mecanismos aleatorios, ordenados y tipo Ping-Pong. Desactivación enzimática.

Tema 4. Cinética de las reacciones enzimáticas heterogéneas.
Importancia y tipos de reacciones enzimáticas heterogéneas. Reacciones con sustratos insolubles. Reacciones con enzima inmovilizada. Inmovilización de enzimas. Influencia del transporte de materia externo e interno. Reacciones enzimáticas en medios no convencionales.

Tema 5. Diseño y operación de reactores enzimáticos.
Concepto y tipos de biorreactores. Modos de operación. Modelos de reactores ideales. Reactores enzimáticos homogéneos. Sistemas que permiten la retención de la enzima. Reactores con enzima inmovilizada: lecho fijo y fluidizado.

BLOQUE 2 – REACTORES CON MICROORGANISMOS VIVOS: FERMENTADORES

Tema 6. Estequiometría y cinética de los procesos microbianos.
Estequiometría del crecimiento microbiano. Tipos de modelos para el crecimiento y muerte celular: modelos estructurados y no estructurados. Cinética de crecimiento, consumo y producción. Factores de rendimiento. Productos asociados y no asociados al crecimiento. Interacción de microorganismos.

Tema 7. Diseño y operación de fermentadores.
Geometrías tipo: reactores con y sin agitación mecánica. Modos de operación: fermentadores discontinuos, semicontinuos y continuos. Configuraciones no convencionales: fotobiorreactores, fermentadores con células inmovilizadas, reactores para fermentación en estado sólido. Biorreactores de membrana. Biorreactores pulsantes.

Tema 8. Agitación, aireación y esterilización.
Agitación en sistemas con y sin aeración. Transferencia de oxígeno. Esterilización de medios de cultivo.

Tema 9. Cambio de escala.
Criterios para el cambio de escala: eficiencia de la agitación, condiciones de aireación y transferencia de calor.

TEMARIO PRÁCTICO:

CLASES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Seminario 1: Cinética enzimática
Seminario 2: Diseño y operación de reactores enzimáticos
Seminario 3: Estequiometría y cinética de los procesos microbianos
Seminario 4: Diseño y operación de fermentadores
Seminario 5: Agitación, aireación y esterilización

CLASES EN AULA DE INFORMÁTICA

Práctica 1: Introducción / repaso del uso de EXCEL: Representación gráfica, regresión lineal, no lineal y múltiple.
Práctica 2: Resolución de casos de cinética enzimática con EXCEL.
Práctica 3: Introducción / repaso del uso de Berkeley Madonna (BM).
Práctica 4: Aplicación del BM a la simulación de reactores enzimáticos
Práctica 5: Resolución de casos de cinética de los procesos microbianos con EXCEL.
Práctica 6: Aplicación del BM a la simulación de fermentadores
Práctica 7: Aplicación de EXCEL y BM a casos prácticos de agitación, aireación y esterilización en biorreactores.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Estudio de la cinética de una reacción enzimática.

PRÁCTICAS DE CAMPO

Visita a un industria de base biotecnológica

BIBLIOGRAFÍA

AUTOR	TÍTULO	EDITORIAL - AÑO	LOCALIZACIÓN
Doran, P.M.	**Principios de ingeniería de los bioprocesos (*)**	**Acribia – 1998**	**Biblioteca Ciencias FCI/66 DOR pri**
Doran, P.M.	Bioprocess engineering principles (versión original en inglés)	Academic Press – 1995	Biblioteca Ciencias Doc. electrónico
Illanes, A. (Ed.)	**Enzyme biocatalysis. Principles and applications (*)**	**Springer – 2008**	**Biblioteca Ciencias Doc. electrónico.**
Marangoni, A.G.	Enzyme kinetics : a modern approach	John Wiley & Sons – 2003	Biblioteca Ciencias FCI/577 MAR enz
Fonseca, M.M. y Teixeira, J.A.	**Reactores biológicos - fundamentos e aplicações (*)**	**Lidel – 2007**	**Profesor**
Cabral, J.M.S., Aires-Barros, M.R. y Gama, M.	Engenharia enzimática	Lidel – 2003	Profesor
van't Riet, K. y Tramper, J.	Basic bioreactor design	CRC Press – 1991	Profesor
Cabral, J.M.S., Mota, M. y Tramper, J.	Multiphase bioreactor design	CRC Press – 2001	Profesor
Ward, O.P.	Biotecnología de la fermentación: principios, procesos y productos	Acribia – 1991	Biblioteca Farmacia FFA/663 WAR bio
Atkinson, B.F.C.	Reactores bioquímicos	Reverté – 1986	Biblioteca Ciencias FCI/66 ATK rea

(*) Se indica en **negrita** la bibliografía que se considera **fundamental**.

ENLACES RECOMENDADOS

- Chemical and Biological Reaction Engineering – MIT Open Course - http://ocw.mit.edu/courses/chemical-engineering/10-37-chemical-and-biological-reaction-engineering-spring-2007/
- Berkeley Madonna – Differential Equation Solver for Modeling and Analysis of Dynamic Systems - http://www.berkeleymadonna.com/index.htm

METODOLOGÍA DOCENTE

La práctica docente seguirá una metodología mixta, que combinará teoría y práctica, para lograr un aprendizaje basado en la adquisición de competencias y que sea cooperativo y colaborativo. Las actividades formativas comprenderán:

CLASES DE TEORÍA. (28 horas presenciales)

En ellas se presentarán los conceptos principales de la asignatura, haciendo uso de desarrollos en pizarra y presentaciones de diapositivas. Así mismo se presentarán y resolverán ejemplos para facilitar la asimilación de dichos conceptos. Competencias que se trabajarán CT3, CT5, CT7 y todas las específicas (CE20, 21 y 24).

CLASES DE PRÁCTICAS: CLASES DE PROBLEMAS. (12 horas presenciales)

En ellas se resolverán ejercicios numéricos en los que se tengan que aplicar los conceptos trabajados en las clases de teoría. A parte de los ejemplos resueltos por el profesor, se propondrán también ejercicios para su resolución por parte de los alumnos, ya sea durante el periodo presencial o en casa. Competencias que se trabajarán CB3, CT1, CT3, CT5, CT7, CT8, además de las específicas (CE20, 21 y 24).

CLASES PRÁCTICAS: USO DE APLICACIONES INFORMÁTICAS, LABORATORIO Y VISITA A INDUSTRIA. (18 horas presenciales)

Se prevén tres tipos de aulas prácticas: (i) en aula de informática; (ii) en laboratorio; y (iii) prácticas de campo. En las sesiones en aula de informática se aplicarán herramientas de software al estudio de la cinética de las reacciones biológicas y al diseño y operación de biorreactores. Para ello se usarán dos programas Microsoft EXCEL y Berkeley Madonna, cuyas nociones básicas se estudiarán en talleres previos. En el laboratorio se llevará a cabo una reacción biológica y se seguirá su cinética. Finalmente se prevé la visita a una industria biotecnológica para tener un contacto más cercano con la aplicación real de los principios estudiados. Competencias que se trabajarán CB3, CB5, CT1, CT3, CT5, CT7, CT8, además de las específicas (CE20, 21 y 24). Las aplicaciones informáticas se usarán también para la realización de un trabajo en grupo, consistente en la simulación de un biorreactor utilizando información disponible en bibliografía. Este trabajo se presentará públicamente ante los compañeros y el profesor en cada grupo reducido, a lo que se destinarán 2 horas presenciales. A parte de las anteriores, el trabajo en grupo permitirá desarrollar las competencias CB4 y CT4.

TUTORÍAS COLECTIVAS. (2 horas presenciales)

El objetivo de las mismas es resolver las dudas que puedan surgir una vez que los alumnos hayan tenido tiempo de estudiar el temario de la asignatura. Se prevé una para el primer bloque (Reactores Enzimáticos), hacia mitad del semestre, y una para el segundo (Fermentadores), hacia el final.

EVALUACIÓN

CONVOCATORIA ORDINARIA

En dicha convocatoria todos los alumnos deberán seguir la evaluación continua, tal y como se recoge en la tabla siguiente, salvo que puedan acogerse a la Evaluación Única Final (ver más adelante).

Herramienta de Evaluación	*Peso en calificación final*
Examen final. Constará de problemas numéricos y cuestiones teórico-prácticas sobre los temas 1 al 9.	70%
Resolución de actividades propuestas. En el transcurso de los seminarios de problemas y de las clases prácticas se propondrán al alumno al menos 2 ejercicios/actividades para su realización individual durante la propia clase.	15%
Realización de trabajo en grupo.	15%

Para superar la asignatura por evaluación continua será necesario obtener una calificación mínima de 5 sobre 10 en el examen final, así como haber entregado el trabajo en grupo.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

Deberán acudir a ella los alumnos que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria. Constará de dos pruebas, realizadas en un acto académico único.

Herramienta de Evaluación	*Peso en calificación final*
Examen de teoría y problemas. Constará de problemas numéricos y cuestiones teórico-prácticas sobre los temas 1 al 9.	70%
Examen de prácticas. Consistirá en la resolución de un ejercicio de simulación de un biorreactor aplicando las herramientas de software utilizadas en la asignatura, es decir, Microsoft EXCEL y/o Berkeley Madonna.	30%

Los alumnos que lo deseen podrán conservar las calificaciones del trabajo en grupo y/o de actividades propuestas, que supondrán un 30% de la nota final. De esta forma quedarán exentos de realizar el examen de prácticas en esta convocatoria.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

Se realizará en un solo acto académico, el mismo día del examen final de las convocatorias ordinaria o extraordinaria, según corresponda, e incluirá dos pruebas.

Herramienta de Evaluación	*Peso en calificación final*
Examen de teoría y problemas. Constará de problemas numéricos y cuestiones teórico-prácticas sobre los temas 1 al 9.	70%
Examen de prácticas. Consistirá en la resolución de un ejercicio de simulación de un biorreactor aplicando las herramientas de software utilizadas en la asignatura, es decir, Microsoft EXCEL y/o Berkeley Madonna.	30%

El examen de teoría y problemas a realizar por los alumnos que se acojan a la Evaluación Única Final en la convocatoria ordinaria será distinto del de los alumnos que han seguido la evaluación continua. Para superar la asignatura por esta vía será necesaria una calificación mínima de 5 tanto en el examen de teoría y problemas como en el de prácticas, lo que será de aplicación en ambas convocatorias (ordinaria y extraordinaria).

INFORMACIÓN ADICIONAL

REGIMEN DE ASISTENCIA

La asistencia y participación activa en las clases teóricas y prácticas es de crucial importancia para la adquisición de los conocimientos y competencias de esta asignatura por lo que se recomienda un seguimiento activo de dichas clases.

FECHAS DE EXAMEN

- **Convocatoria ordinaria:** 24/01/2018
- **Convocatoria extraordinaria:** 12/02/2018