

27124 - Biorreactores

Información del Plan Docente

Año académico: 2021/22

Asignatura: 27124 - Biorreactores

Centro académico: 100 - Facultad de Ciencias

Titulación: 446 - Graduado en Biotecnología

Créditos: 6.0

Curso: 4

Periodo de impartición: Primer semestre

Clase de asignatura: Obligatoria

Materia:

1. Información Básica

1.1. Objetivos de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

1. Manejar los conceptos y nomenclatura básica en Ingeniería de las Reacciones Bioquímicas.
2. Plantear, desarrollar y resolver modelos cinéticos para procesos enzimáticos y microbianos.
3. Conocer los mecanismos de inmovilización de biocatalizadores, y los fenómenos de transferencia de materia en reactores con biocatalizadores inmovilizados.
4. Conocer y saber aplicar las ecuaciones básicas de diseño y optimización de reactores bioquímicos.
5. Saber seleccionar el tipo de biorreactor más adecuado.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

? **Objetivo 2:** Poner fin al hambre

Meta 2.1 Para 2030, poner fin al hambre y asegurar el acceso de todas las personas, en particular los pobres y las personas en situaciones vulnerables, incluidos los lactantes, a una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante todo el año
Meta 2.3 Para 2030, duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los pastores y los pescadores, entre otras cosas mediante un acceso seguro y equitativo a las tierras, a otros recursos de producción e insumos, conocimientos, servicios financieros, mercados y oportunidades para la generación de valor añadido y empleos no agrícolas

? **Objetivo 3:** garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades

Meta 3.3 Para 2030, poner fin a las epidemias del SIDA, la tuberculosis, la malaria y las enfermedades tropicales desatendidas y combatir la hepatitis, las enfermedades transmitidas por el agua y otras enfermedades transmisibles.
Meta 3.9: Para 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, el agua y el suelo.
Meta 3.d Reforzar la capacidad de todos los países, en particular los países en desarrollo, en materia de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud nacional y mundial.

? **Objetivo 4:** Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos

Meta 4.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento.

? **Objetivo 9:** Industria, innovación e infraestructuras

Meta 9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo.

1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

El desarrollo industrial de bioprocesos requiere el conocimiento por parte del biotecnólogo del funcionamiento y principales características de los distintos tipos de biorreactores enzimáticos y microbianos.

En esta asignatura se proporcionan las herramientas necesarias para, a partir de los modelos cinéticos involucrados en estos procesos, alcanzar el conocimiento de los métodos básicos de selección, diseño y optimización de los equipos donde transcurren estas reacciones.

1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

El profesorado de esta asignatura pertenece a las áreas de Ingeniería Química y de Bioquímica y Biología Molecular.

Para cursar esta asignatura es recomendable haber superado las asignaturas de Matemáticas, Química, Física e Ingeniería Química.

2. Competencias y resultados de aprendizaje

2.1. Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

Calcular los valores numéricos de los parámetros que aparecen en los distintos modelos cinéticos enzimáticos y microbianos.

Aplicar y seleccionar los diferentes métodos de inmovilización de biocatalizadores.

Seleccionar y diseñar biorreactores enzimáticos y microbianos: discontinuos, semicontinuos y continuos.

Optimizar la operación biorreactores enzimáticos y microbianos.

2.2. Resultados de aprendizaje

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

Conocer los diferentes tipos de biorreactores y sus principales características de funcionamiento.

Conocer los principales modelos cinéticos aplicables a procesos enzimáticos y microbianos.

Conocer y aplicar los diferentes métodos de estimación de los parámetros cinéticos.

Conocer y aplicar las ecuaciones para el diseño básico de biorreactores enzimáticos y microbianos.

Conocer los métodos básicos de selección y optimización de reactores ideales.

Conocer y seleccionar los distintos métodos de inmovilización de biocatalizadores.

2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Los resultados de aprendizaje anteriormente descritos son necesarios para poder concebir, diseñar, optimizar y operar los diferentes tipos básicos de biorreactores industriales.

3. Evaluación

3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

Opción 1:

La evaluación es global y comprende:

Realización de prácticas de laboratorio. Se valorará la asistencia, la presentación de un breve informe de la actividad, así como la presentación e interpretación de los resultados obtenidos.

Realización de trabajos tutelados. Los entregables correspondientes a trabajos tutelados serán calificados valorándose su contenido, la comprensión de los conceptos que en ellos se demuestre y la correcta presentación.

Realización de un examen al finalizar la asignatura. Esta prueba constará de: (a) preguntas y cuestiones teórico-prácticas razonadas en la que se pedirá la aplicación de la teoría a casos y ejemplos concretos, y (b) resolución de problemas.

La nota de la asignatura se calculará según la siguiente fórmula: $\text{Nota} = 0,1 P + 0,1 T + 0,8 E$

siendo: P la nota de las prácticas de laboratorio (actividad de evaluación 1), T la nota de los trabajos tutelados (actividad de

evaluación 2), y E la nota del examen final (actividad de evaluación 3).

Se precisa una nota mínima en el examen, E, de 4,0 sobre 10 para superar la asignatura.

Opción 2:

Aquellos alumnos que no quieran seguir la evaluación según la opción 1, pueden optar por presentarse al examen de convocatoria (100% de la nota final) de similares características que el examen final de la opción 1 (actividad de evaluación 3).

Nota adicional: El fraude o plagio total o parcial en cualquiera de las pruebas de evaluación dará lugar al suspenso de la asignatura con la mínima nota, además de las sanciones disciplinarias que la comisión de garantía de la titulación adopte para estos casos.

No obstante lo anterior, si las circunstancias epidemiológicas obligan a un nuevo confinamiento, o a medidas de distanciamiento más restrictivas que las actuales, se prevé que la evaluación sea "on-line" usando alguna de las herramientas habituales para ello, e.g. la aplicación Meet.

En cualquier caso, el examen constará de 2 partes, una de Teoría con 5 ó 6 preguntas, y otra de problemas, con 2 problemas numéricos. Ambas partes se realizarán de forma consecutiva, disponiendo del tiempo necesario para realizar la parte de Teoría y para la parte de Problemas (entre 2,0 h y 2,5 h en cada parte). Entre ambas partes se dejará a los alumnos el tiempo prudencial necesario para enviar las respuestas de la parte de Teoría a los profesores.

El enunciado del examen se remitirá a los alumnos matriculados poco antes del comienzo del mismo, tanto por email, como a través de la plataforma Moodle. El enunciado del examen de Problemas se remitirá a los alumnos, una vez terminado el examen de Teoría. Una vez que todos los alumnos hayan recibido el enunciado, comienza el tiempo del examen de cada parte.

Para remitir sus respuestas al profesor, el alumno deberá de utilizar el email, usando exclusivamente la dirección de correo electrónico de UNIZAR, que cada alumno matriculado dispone. No se admitirán respuestas enviadas desde otra dirección de email. El email para enviar las respuestas es: arruebom@unizar.es

Sin embargo, para mayor seguridad además del envío a través del correo electrónico, se habilitará también la entrega de las respuestas a través de Moodle, como recurso de tareas. El correo electrónico para la comunicación será igualmente el de UNIZAR, único e intransferible para cada estudiante.

Las respuestas enviadas por email o por vía Moodle deberán de estar en formato word (.doc, .docx), formato imagen (.jpg) o formato adobe (.pdf), o en algún otro formato compatible con éstos.

Durante el examen "on-line" los alumnos deberán de estar conectados a la aplicación utilizada de forma continuada.

4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

4.1. Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

En las clases expositivas, se presentarán los conceptos teóricos de la asignatura y se acompañarán de ejemplos explicativos. Además, se plantearán y resolverán problemas y casos prácticos directamente relacionados con los conceptos teóricos que irán exponiendo a lo largo del curso.

Se propondrán ejercicios a resolver en casa, cuya resolución se discutirá en la clase. Las clases, tanto de teoría como de problemas prácticos, serán de tipo participativo, y además habrá tutorías para atender las dudas de los alumnos.

Las sesiones de prácticas de laboratorio son complementarias con las clases teóricas y las de problemas numéricos. Se realizarán en grupos de 2 alumnos, de forma participativa y colaborativa. Tras el trabajo de laboratorio, los alumnos elaborarán un informe donde se incluirá una discusión sobre la metodología experimental utilizada, y sobre los resultados obtenidos y su significado.

4.2. Actividades de aprendizaje

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

Sesiones de exposición de los contenidos teóricos, en las que se presentan de manera participativa con los alumnos, los conceptos básicos incluidos en el programa de la asignatura (32 h presenciales).

Clases dedicadas a la resolución de problemas, en las que se promoverá la participación de los alumnos de forma más intensa si cabe que en las dedicadas a la exposición de los contenidos teóricos.

Resolución de problemas numéricos y de desarrollos metodológicos en las que, con la participación de los alumnos, se resolverán ejercicios propuestos tanto por el profesor, como por los alumnos. Estas clases se impartirán de forma coordinada con las clases teóricas (19 h presenciales).

Prácticas de laboratorio. El plan de de trabajo asigna a esta parte un total de 5 h presenciales. En esta parte se realizarán prácticas para aprendizaje y el manejo de distintas técnicas experimentales de inmovilización de biocatalizadores.

Todo alumno será informado sobre los riesgos que puede tener la realización de las prácticas de esta asignatura, así como si se manejan productos peligrosos y qué hacer en caso de accidente, y deberá firmar el compromiso a cumplir con las normas de trabajo y seguridad para poder realizarlas. Para más información, consultar la información para estudiantes de la Unidad de Prevención de Riesgos Laborales: <http://uprl.unizar.es/estudiantes.html>.

Las actividades docentes y de evaluación se llevarán a cabo de modo presencial salvo que, debido a la situación sanitaria, las disposiciones emitidas por las autoridades competentes y por la Universidad de Zaragoza dispongan realizarlas de forma

4.3. Programa

Las actividades descritas anteriormente se realizarán de acuerdo al siguiente programa de contenidos:

Tema 1. Introducción a la Ingeniería de las Reacciones Bioquímicas. Procesos y productos bioquímicos de interés industrial. Tipos de biorreactores industriales.

Tema 2. Cinética Enzimática. Catálisis enzimática. Cinética de reacciones con un solo sustrato: Modelos de Michaelis-Menten y Briggs-Haldane. Métodos de evaluación de los parámetros cinéticos. Cinética de reacciones reversibles. Reacciones con varios sustratos. Cooperatividad: Modelo de Hill. Modelos cinéticos con inhibición. Inhibición por sustrato. Efectos de cofactor de activación. Efecto regulador del pH y la temperatura en la actividad enzimática. Cinética de desactivación enzimática.

Tema 3. Cinética Microbiana. Cinética microbiana. Crecimiento celular. Estequiometría, rendimientos y velocidad de Reacción. Cinéticas de consumo de sustrato y de formación de producto. Fases del crecimiento Celular. Crecimiento diaúxico. Modelos cinéticos no estructurados: Modelos de Malthus, Logístico y de Gompertz. Crecimiento limitado por el sustrato: Modelo de Monod y otros modelos cinéticos. Modelos con Inhibición por sustrato y producto. Modelos para varios sustratos. Modelos de crecimiento diaúxico. Efectos Ambientales: Temperatura, pH, Salinidad, Oxígeno y Presión. Cinética de muerte celular. Introducción a los modelos estructurados y segregados.

Tema 4. Inmovilización de enzimas y biocatalizadores. Tecnología de inmovilización enzimática. Tipos de inmovilización: adsorción, enlace covalente, enlaces cruzados y autoinmovilización, inclusión membranas. Selección del método de inmovilización. Efectos de la inmovilización sobre la transferencia de materia. Factor de eficacia externo e interno.

Tema 5. Diseño de Biorreactores Enzimáticos. Tipos de biorreactores enzimáticos. Biorreactor enzimático discontinuo de mezcla perfecta. Productividad y optimización de un biorreactor enzimático discontinuo. Efecto de la inhibición por producto y por sustrato. Efecto de la desactivación enzimática. Biorreactor enzimático semicontinuo: Operaciones de puesta en marcha y de descarga. Biorreactor enzimático continuo de mezcla perfecta. Efecto de la inhibición y de la desactivación. Batería de biorreactores de mezcla perfecta: Métodos de cálculo. Optimización de la batería de biorreactores. Biorreactor enzimático de flujo pistón. Efecto de la recirculación. Comparación de biorreactores enzimáticos.

Tema 6. Diseño de Fermentadores Microbianos. Tipos de fermentadores microbianos. Fermentador microbiano discontinuo de mezcla perfecta. Modelo de Monod: casos particulares. Modelo de Monod con muerte celular. Fermentador microbiano semicontinuo: operación de puesta en marcha y descarga. Fermentador microbiano continuo de mezcla perfecta: Quimiostato. Velocidad de dilución óptima y de lavado. Batería de fermentadores de mezcla perfecta. Fermentador microbiano continuo de mezcla perfecta con recirculación celular. Fermentador microbiano de flujo pistón. Comparación de fermentadores microbianos.

4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

Esta asignatura es de carácter cuatrimestral, y se imparte en el primer cuatrimestre.

El periodo de las clases teóricas y las de problemas coincidirá con el calendario de clases establecido oficialmente. Éste se puede consultar en el siguiente enlace: <https://ciencias.unizar.es/grado-en-biotecnologia>.

El calendario y los grupos de prácticas de laboratorio se establecerán de manera coordinada con el resto de materias, a principio del curso académico. Al comienzo del curso, el coordinador de la titulación distribuirá los grupos de prácticas con objeto de evitar solapamientos con otras asignaturas.

La asignatura se imparte en el primer semestre. Las actividades de enseñanza se desarrollan en clases de teoría, de resolución de problemas numéricos y de prácticas de laboratorio.

Los exámenes se realizarán durante el periodo oficial marcado por la Facultad de Ciencias.

Para aquellos alumnos matriculados, los horarios y fechas de clases teóricas y sesiones prácticas se harán públicos a través del TABLON DE ANUNCIOS oficial del Grado de Biotecnología, y también en la plataforma moodle. Estos medios de información serán también utilizadas para comunicar a los alumnos matriculados, su distribución por grupos de prácticas, confeccionada desde la Coordinación del Grado.

Unas fechas provisionales se podrán consultar en la página web de la Facultad de Ciencias en la sección correspondiente del Grado en Biotecnología: <https://ciencias.unizar.es/grado-en-biotecnologia>.

En dicha web se podrán consultar también las fechas de los exámenes.

4.5. Bibliografía y recursos recomendados

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=27124>