

## **66019 - Biocatálisis y Biotransformaciones**

**Guía docente para el curso 2010 - 2011**

**Curso: 1, Semestre: 0, Créditos: 6.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **María Teresa Bes Fustero** tbes@unizar.es
- **Carlos Gómez-Moreno Calera** gomezm@unizar.es

#### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

#### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

Clases teóricas y prácticas de laboratorio: del 20 de Noviembre de 2009 al 25 de Enero de 2010.

Tutorías (revisión de trabajos presentados): 25 y 29 de Enero de 2010

Exposición personal de los trabajos en clase: 13, 14, 21 y 22 de Enero de 2010.

Prueba escrita: 4 de Febrero de 2010.

---

### **Inicio**

---

### **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

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

**1:**

1. Planificar un método para la obtención, purificación, inmovilización y ensayo de los enzimas que se aplicarán en un proceso de síntesis enzimática.
2. Planificar la obtención del producto final del proceso y de su reconocimiento.
3. Analizar las condiciones para la obtención de compuestos mediante procesos de fermentación.
4. Resolver los problemas específicos que pueden surgir en un proceso de biotransformación tales como contaminación microbiológica, inactivación de enzimas, inhibición, etc.
5. Explicar y argumentar adecuadamente los fundamentos bioquímicos del empleo de enzimas en procesos de biocatálisis y biotransformaciones.
6. Presentar y exponer trabajos realizados de forma individual.

# **Introducción**

## **Breve presentación de la asignatura**

Esta asignatura pretende que el estudiante conozca los procesos mediante los cuales se pueden obtener productos de interés industrial mediante el empleo de enzimas, o materiales biológicos en general, tales como células, etc. Esta asignatura se fundamenta en los conocimientos de Bioquímica General que el alumno debe poseer y que se imparten en diferentes Grados o Licenciaturas que dan acceso a este Master, y profundiza en los aspectos concretos de la manipulación de dichos materiales biológicos. Los alumnos adquirirán competencias específicas para poder desempeñar un perfil profesional demandado desde las distintas empresas y asociaciones de profesionales relacionadas con el mundo de la Biotecnología.

---

## **Contexto y competencias**

## **Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura**

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

Ésta es una de las asignaturas optativas que el Master Universitario en Biología Molecular y Celular ofrece a sus estudiantes, todas ellas con el propósito de ampliar conocimientos en aspectos concretos relacionados con la Biología Molecular y Celular, alcanzando un nivel de conocimiento específico superior al que obtuvieron en sus Grados o Licenciaturas previas.

El objetivo general de la asignatura de Biocatálisis y Biotransformaciones es: que los alumnos conozcan la posibilidad de emplear enzimas, o sistemas biológicos, en general, para llevar a cabo reacciones que conduzcan a la obtención de compuestos específicos. Al mismo tiempo, conocerán que dichos procesos son más específicos y selectivos que los procesos puramente químicos. Por otro lado, la asignatura les permitirá adquirir habilidades técnicas específicas de este perfil profesional.

Con las clases teóricas, los ejercicios que desarrollarán en el aula y los seminarios que presentarán a sus compañeros, los alumnos adquirirán los conocimientos y destrezas básicas para el trabajo en este área. Con la presentación de un trabajo de investigación/desarrollo industrial se pretende que los alumnos pongan en práctica los conocimientos adquiridos, y adquieran competencias adicionales relacionadas con la búsqueda de información y su análisis crítico, redacción y comunicación de contenidos científicos, etc.

### **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

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

**1:**

1. competente para trabajar con enzimas, lo que significa conocer el material de dónde debe extraerse, el procedimiento para su purificación, así como las estrategias que se pueden emplear para su inmovilización.
2. competente para evaluar un procedimiento para la obtención de un determinado compuesto mediante el empleo de enzimas o sistemas biológicos.
3. competente para buscar y analizar información específica.
4. competente para realizar presentaciones y exposiciones de temas relacionados con procesos de biotransformaciones
5. competente para transmitir conceptos básicos acerca del proceso del empleo de enzimas en procesos no contaminantes

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

El empleo de sistemas biológicos para resolver problemas de diversa índole, ya sea analítica, o de síntesis, es cada vez mayor. A medida que se progresó en el conocimiento de la manipulación de los enzimas se encuentran más aplicaciones en la industria y los servicios. Por ello, los conocimientos que se imparten en esta asignatura ofrecen al estudiante nuevas

capacitaciones y competencias. Es previsible que en los próximos años se asista a una transformación radical en este sector ya que, posiblemente, aumentará de manera exponencial el número de procesos industriales en los que se empleen sistemas y materiales biológicos. La asignatura de Biocatálisis y Biotransformaciones capacitará a los estudiantes que la cursen para poder adaptarse a esto cambio.

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1:**

#### Procedimientos e instrumentos de evaluación

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación. Para superar esta asignatura, el estudiante deberá alcanzar una puntuación global mínima de 5 puntos sobre un total de 10.

Para determinar esta puntuación se seguirán los criterios que se describen a continuación, con su nivel de exigencia correspondiente.

1. Participación activa en las clases teóricas de la asignatura.

Las clases teóricas de la asignatura se plantean de modo “Lección magistral participativa”, en las que de modo continuo se pide la participación de los alumnos.

Criterios de valoración y niveles de exigencia:

Se valorará: la participación de los alumnos para recordar los conocimientos previos y relacionar las distintas partes de la asignatura, diseñar procedimientos alternativos al explicado por el profesor, contrastar información obtenida por distintos métodos o a partir de distintas fuentes.

Se puntuará de 0 a 10 y contribuirá en un 15% a la calificación final.

1. Resolución de ejercicios y discusión de temas cinético/técnicos referentes a la asignatura.

A lo largo del curso, se proporcionará al alumno material con cuestiones relacionadas con los contenidos de la asignatura y que el alumno deberá proponer cómo solucionar. Así mismo, se le proporcionarán textos extraídos de trabajos científicos de investigación procedentes de artículos publicados o de libros en los que se planteen aspectos relacionados con el contenido de la asignatura. Se le pedirá que discuta el significado de dicho texto así como su valoración personal al respecto.

La valoración de este apartado se puntuará de 0 a 10 y contribuirá un 10% a la calificación final.

1. Grado de compresión y expresión en inglés de un tema de la asignatura.

Durante el desarrollo del curso se les presentará un tema de desarrollo práctico relacionado con la asignatura en el idioma inglés. A continuación se les harán preguntas, también en inglés relacionadas con el tema presentado.

La valoración de este apartado se puntuará de 0 a 10 y contribuirá un 10% a la calificación final.

1. Presentación y exposición de un trabajo individual

Los trabajos versarán sobre una temática relacionada con la asignatura, que cada alumno concretará con el profesor. El profesor supervisará el trabajo personal del alumno, guiándole en la búsqueda de información y en su valoración. Sobre ese trabajo, el alumno elaborará un informe escrito, que posteriormente será

presentado y debatido en clase.

Criterios de valoración y niveles de exigencia:

La presentación de un trabajo escrito y su presentación ante la clase será obligatoria para superar la asignatura. Se puntuará de 0 a 10 y contribuirá en un 15% a la calificación final. Los criterios de valoración son los siguientes:

- ¿el trabajo sigue una estructura coherente en bloques (introducción, métodos, resultados, discusión, conclusiones, bibliografía)?
- ¿describe de forma clara y adecuada el planteamiento del problema?
- ¿describe los métodos de forma clara?
- ¿La descripción de los resultados sigue un orden lógico y secuencial?
- ¿aporta ideas originales en la discusión de los resultados?
- ¿ha utilizado bibliografía abundante y actualizada?
- ¿la exposición del trabajo en clase ha sido clara y ordenada?

#### 1. Realización de una prueba objetiva

La prueba consistirá en una serie de preguntas sobre los contenidos (teóricos o prácticos) de la asignatura.

Los contenidos de las clases teóricas son:

1.- La Biotecnología. Concepto de Biotransformación Introducción histórica a la biocatálisis usando enzimas y microorganismos. Aplicaciones de enzimas para usos industriales. El papel de las biotransformaciones en el desarrollo de la Química Sostenible.

2.- Conceptos básicos acerca de las proteínas: composición, estructura, función en el metabolismo. Multiplicidad de función de las enzimas. Estabilidad y plegamiento de proteínas. Requerimientos para el manejo de las proteínas.

3.- Estabilidad y plegamiento de proteínas. Termodinámica de la inactivación enzimática. Causas físicas y químicas de la inactivación y estrategias para su prevención. Requerimientos para el manejo de las proteínas. Estabilización de biocatalizadores para síntesis.

4.- Bases moleculares de la acción enzimática. Clasificación de los enzimas y su nomenclatura. Métodos de ensayo. Principios de la cinética enzimática. La ecuación de Michaelis-Menten. Significado de  $K_m$  y  $V_{max}$ . Buscando las condiciones para el ensayo de enzimas. Automatización de los ensayos enzimáticos.

5.- Elección del mejor sistema de biotransformación. Fuentes para la obtención de proteínas. Estrategias generales para el aislamiento y purificación de proteínas. Criterios de pureza. Claves para purificar una proteína. Producción de proteínas a escala industrial.

6.- Buscando el mejor biocatalizador. Concepto de mutación. Fundamentos de Genética Molecular. Fundamentos de Ingeniería Genética. Nuevos biocatalizadores a partir de fuentes naturales. Biocatalizadores manipulados genéticamente.

7.- Inmovilización de enzimas: concepto, ventajas, limitaciones. Tipos de reacciones de inmovilización. Inmovilización por adsorción. Inmovilización por atrapamiento en geles y en fibras: microencapsulación, liposomas. Inmovilización covalente. Inmovilización multipuntual. Inmovilización orientada de proteínas.

8.- Fermentaciones: fundamentos metabólicos. Aplicación de las fermentaciones a procesos productivos: alimentación, industria, farmacología. Obtención de cultivos a escala industrial. Metodologías para el manejo de microorganismos.

9.- Enzimas hidrolíticas para la preparación de compuestos enantiopuros. Otras reacciones de interés en Química Orgánica.

10.- Uso de enzimas para la preparación de compuestos orgánicos de alto valor añadido: reacciones de hidroxilación. Producción de hormonas esteroideas mediante el empleo de enzimas del tipo citocromo P450.

11.- Óxido-reductasas: función y clasificación. Reducciones enzimáticas. Oxidaciones enzimáticas. Regeneración de cofactores de nicotínamida reducidos. Regeneración de cofactores de nicotínamida oxidados.

12.- Liasas: función y clasificación. Liasas carbono-carbono. Liasas carbono-oxígeno. Liasas carbono-nitrógeno. Liasas carburo-haluro.

13.- Extremófilos. Enzimas de organismos hipertermófilos. Enzimas de otros extremófilos.

14.- Enzimas en disolventes orgánicos. Solubilización del enzima en un disolvente orgánico. Adsorción de los preparados enzimáticos en soportes porosos que reduzcan las limitaciones difusionales.

15.- Aplicaciones de las Biotransformaciones en la industria alimentaria: industria del pan y derivados. Industria de zumos y vinos. Industrias lácteas.

16.- Aplicación de las biotransformaciones en el tratamiento de aguas residuales. Tratamientos de residuos urbanos mediante microorganismos formadores de metano. Eliminación de nitritos y nitratos.

Descontaminación de efluentes industriales: alpechín, purines, lindano. Nuevas estrategias en la degradación de contaminantes. Manipulación genética de microorganismos para la eliminación de crudos, metales pesados, nitrocompuestos, compuestos halogenados.

17.- Biorreactores. Diseño de reactores según el tipo de procesos: continuo o discontinuo. Tipo de operación: tanque agitado, lecho empaquetado, lecho fluido. Biorreactores de membrana y fibra hueca.

Fotobiorreactores. Ecuaciones de balance en un biorreactor. Tasa de dilución; tiempo de residencia; diagrama f.

La prueba objetiva se puntuará de 0 a 10 y contribuirá en un 50% a la calificación final. Consistirá en 10 preguntas cortas.

#### Pruebas para estudiantes no presenciales

Para aquellos estudiantes no presenciales se realizarán las siguientes pruebas:

1. Presentación y exposición de un trabajo individual

El trabajo versará sobre una temática relacionada con la asignatura, que cada alumno concretará con el profesor. El profesor supervisará el trabajo personal del alumno, guiándole en la búsqueda de información y en su valoración. El trabajo deberá presentarse por escrito en el día de las pruebas y seguidamente, expuesto oralmente y debatido con el profesor.

Criterios de valoración y niveles de exigencia:

Se puntuará de 0 a 10 y contribuirá en un 50% a la calificación final. Los criterios de valoración son los mismos que para los estudiantes presenciales.

1. Realización de una prueba objetiva

La prueba consistirá en una serie de preguntas sobre los contenidos (teóricos o prácticos) de la asignatura que se describen en el apartado anterior. Se puntuará de 0 a 10 y contribuirá en un 50% a la calificación final. Consistirá en el desarrollo de 10 preguntas cortas.

#### Pruebas para estudiantes que se presenten en otras convocatorias distintas de la primera.

Para aquellos estudiantes que tengan que presentarse en sucesivas convocatorias por no haber superado la asignatura en primera convocatoria, la evaluación consistirá en las mismas pruebas que para los estudiantes de primera convocatoria, con las siguientes particularidades:

1. Aquellos estudiantes que en las convocatorias anteriores hayan obtenido al menos 3,5 puntos en las actividades 1, 2 y 3 de las incluidas en los criterios de evaluación descritos más arriba se les guardará dicha nota. Si no es así tendrán que realizar una entrevista con los profesores, en el que podrán usar, en algún momento, el idioma inglés, para discutir algún aspecto de la asignatura.
  2. Aquellos estudiantes que en las convocatorias anteriores hayan obtenido al menos 1,5 puntos en la presentación y exposición de un trabajo individual no tendrán la obligación de presentar un nuevo trabajo.
- 

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

Esta asignatura está programada para que partiendo de una intensificación de conocimientos teóricos adquiera una orientación eminentemente práctica y aplicada. Se pretende que los alumnos sean capaces de analizar posibles alternativas para la consecución de unos objetivos de síntesis o transformación de un compuesto. La metodología para cada uno de los sistemas que aparecerán en la bibliografía científica e industrial todavía no se conoce, pero se pretende que los estudiantes que cursen esta asignatura serán capaces de evaluar la información que reciban y propongan línea de trabajo para alcanzar un objetivo.

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

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

**1:**

Esta asignatura se estructura en cuatro actividades de aprendizaje principales:

1. Clases teóricas. Presencial. 30 horas. En ellas se presentan a los alumnos los conocimientos teóricos básicos de la asignatura, que versarán sobre los temas que se han detallado más arriba.
2. Resolución de ejercicios y discusión de temas cinético/técnicos referentes a la asignatura. Se les distribuirá material para la discusión durante la clase, o bien, en trabajo individualizado.
3. Escuchar un seminario en inglés y contestar a las cuestiones que se han expuesto en él.
4. Presentación y exposición de un trabajo. Presencial, 8 horas; no presencial, 60 horas. Esta actividad consiste en que los alumnos recopilen información sobre un tema concreto, ayudados por el profesor. El análisis de la información deberá conducir a la elaboración de un trabajo estructurado en Introducción, Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, y Bibliografía. El profesor supervisará en todo momento el trabajo individual de los alumnos mediante la programación de sesiones de tutorías. Finalmente, los trabajos son expuestos y debatidos en clase.
5. Realización de una prueba objetiva. Presencial, 1 hora; no presencial, 30 horas. Al finalizar la asignatura, los alumnos realizarán una prueba objetiva para evaluar la adquisición de conceptos básicos, procedimientos y otros conocimientos, tanto en las clases teóricas como en las prácticas de laboratorio.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Clases teóricas y prácticas de laboratorio:

Fechas: los lunes, martes, miércoles y jueves, desde el 20 de Noviembre hasta el 25 de Enero de 2010

Horario: de 17:00 a 19:00 h.

Lugar: Clases teóricas, en el Aula 3 del Edificio A de la Facultad de Ciencias.

### Presentación y exposición de trabajos

Durante el mes de Noviembre-Diciembre, el profesor presentará a los alumnos propuestas e ideas para la realización de los trabajos individuales. Desde ese momento y hasta el 15 de Diciembre, los alumnos comunicarán al profesor el tema del trabajo que van a realizar.

Plazo para presentación de los trabajos escritos: hasta el 25 de Enero de 2010

Tutorías para la revisión de trabajos presentados: a partir del 15 de Diciembre

Exposición personal de los trabajos en clase: 14, 15, 21 y 22 de Enero de 2010.

### Prueba objetiva

El horario disponible para tutorías y consultar dudas sobre la asignatura es:

- durante el periodo de clases (20 de Noviembre al 25 de Enero), los martes a los jueves, de 16:00 a 17:00.
- Una vez finalizadas las clases, las tutorías serán todos los días de 16:00 a 19:30.

La prueba objetiva tendrá lugar el 4 de Febrero de 2010, a las 10:00 horas en la Biblioteca del Departamento de Bioquímica, Facultad de Ciencias

## **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**