



Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural 28940 - Ingeniería de las industrias agroalimentarias

Guía docente para el curso 2013 - 2014

Curso: 3, Semestre: 2, Créditos: 6.0

Información básica

Profesores

- Emilio Sánchez Blas blas@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Con esta asignatura se pretende que el alumnado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural adquiera una visión general sobre las industrias que utilizan procesos bioquímicos. Para ello, se estudiará la aplicación de materiales biológicos tales como microorganismos y enzimas libres de células explotados industrialmente. El propósito es conocer los equipos utilizados para la realización de procesos bioquímicos, comprender su funcionamiento y poder realizar el diseño de los mismos.

Disponer de conocimientos de Matemáticas, Física, Química, Biología, Bioquímica e Ingeniería Química ayudará al alumnado a realizar un seguimiento más cómodo de la asignatura. En consecuencia, es recomendable que el alumnado haya cursado y superado las asignaturas previas siguientes: "Biología", "Biotecnología", "Matemáticas", "Química", "Operaciones Básicas I" y se apoye en los conocimientos adquiridos "Operaciones Básicas II".

Actividades y fechas clave de la asignatura

Durante el desarrollo de la asignatura se utilizará la plataforma virtual *moodle* (<http://moodle.unizar.es/>), cuyo acceso a través de un navegador convencional está restringido a profesores y alumnos de la asignatura. La plataforma *moodle* será el principal medio de comunicación entre todos los participantes de la asignatura, contendrá materiales docentes (apuntes, presentaciones, enunciados de problemas, etc.) a disposición del alumnado y servirá como medio de envío de los trabajos que se planteen a lo largo del curso. El envío de estos trabajos estará sujeto a una fecha límite que se especificará en la página *moodle* de la asignatura. Por otro lado, las fechas de la prueba global escrita en las convocatorias oficiales puede consultarse [aquí](#).

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:**
Es capaz de identificar los aspectos más importantes relativos a los procesos bioquímicos y concretar las distintas aplicaciones industriales.

- 2:** Es capaz de identificar las variables de operación que más afectan al diseño del reactor bioquímico y de sintetizar las características más importantes de las distintas tipologías de biorreactores.
- 3:** Es capaz de resolver cuestiones o problemas relativos al balance de materia y energía que tienen lugar en un proceso de conversión bioquímica.
- 4:** Es capaz de analizar y evaluar la velocidad a la que ocurren los procesos bioquímicos.
- 5:** Es capaz de dimensionar los biorreactores ideales utilizados en procesos industriales y conocer las operaciones más comunes a realizar en un proceso biotecnológico.
- 6:** Es capaz de realizar cálculos en diagramas de flujo de industrias agroalimentarias utilizando SuperPro Designer
- 6:** Es capaz de elaborar y exponer oralmente los informes correspondientes a los trabajos asignados en régimen colaborativo.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

La asignatura “Ingeniería de las Industrias Agroalimentarias” es de carácter obligatorio y se encuentra ubicada en la especialidad “Industria Agrarias y Alimentarias”, dirigido específicamente a la formación del alumnado en industrias. La materia tiene una carga docente de 6 ECTS y se imparte en el segundo semestre del tercer curso del Grado.

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:

Se pretende introducir al alumnado en la industria biotecnológica para que, durante el ejercicio de su futura actividad profesional, sea capaz de identificar (y en algunos casos, cuantificar) el tipo de biorreactor utilizado y de las variables de operación en el diseño del mismo. A su vez, también se pretende que el alumnado sea capaz de comparar diferentes tipos de reactores, los efectos de las variables de operación y proponer medidas correctoras para mejorar el rendimiento de un determinado sistema.

Para alcanzar los objetivos planteados, se programarán actividades de aprendizaje que tratarán los contenidos siguientes: microorganismos utilizados industrialmente, velocidades de las que transcurren los procesos biotecnológicos, diseño de biorreactores y efecto de las variables de operación.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Como ya se ha comentado en el apartado relativo a las recomendaciones para cursar la asignatura, “Ingeniería de las Industrias Agroalimentarias” se sirve básicamente de las siguientes asignaturas correspondientes al 1^{er} y 2^o curso del Grado: “Biología”, “Biotecnología”, “Matemáticas”, “Química”, “Operaciones Básicas I”. En esta última, el alumnado ya ha tratado problemas de transferencia de materia y energía sin reacción química, que es una herramienta importante a la hora de diseñar los reactores bioquímicos. Por último, la presente asignatura aporta conocimientos y destrezas que serán útiles a la hora de cursar la asignatura “Diseño y Optimización de Industrias Agroalimentarias”, “Tecnología de la Industria

Agroalimentarias” y a la hora de realizar el Trabajo Fin de Grado.

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

- 1:** Aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posea las competencias que suele demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su ámbito de estudio.
- 2:** Reunir o 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.
- 3:** Desarrollar aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
- 4:** Trabajar en equipo
- 4:** Conocer, comprender y utilizar los principios de la ingeniería de las industrias agroalimentarias.
- 5:** Aplicar las bases científicas a problemas de reactores.
- 6:** El manejo de simuladores de industrias agroalimentarias.

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

Las competencias adquiridas en el conjunto de las asignaturas del "Módulo 4. Industria Agrarias y Alimentarias", al que pertenece "Ingeniería de la Industrias Agroalimentarias", capacita al estudiante para el perfil profesional de "Tecnología y procesamiento de productos agroalimentarios", con un ámbito de inserción laboral centrado en Diseño, cálculo y mantenimiento de equipos e instalaciones agrarias y agroindustriales. Este perfil profesional es competente en la elaboración de proyecto, trabajos, estudios, informes y asistencias técnicas en general; que suelen responder a la necesidad de cumplir con las normativas existentes en materia Agroalimentaria.

Por otra parte, el fortalecimiento de ciertas competencias genéricas o transversales (capacidad de análisis y síntesis, comunicación oral y escrita, habilidades de gestión de la información, trabajo en equipo, destreza en la utilización de las TIC, capacidad de aprendizaje autónomo y habilidades de compromiso personal) contribuirán, junto con el resto de asignaturas, a la formación integral de futuros Graduados en Ingeniería Agroalimentaria.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

- 1:** La evaluación de la asignatura se llevará a cabo mediante **PRUEBA GLOBAL**.
 1. **Prueba escrita de evaluación final** que constará de dos partes: teoría y práctica, de acuerdo a los

contenidos del [programa](#). La prueba de teoría consistirá en la formulación de varias cuestiones. Por su parte, la prueba práctica consistirá en la resolución de dos problemas (según pautas y formatos seguidos en las sesiones de problemas). La calificación de la prueba escrita se determinará como la media ponderada de las calificaciones obtenidas en las pruebas de teoría (40%) y práctica (60%). Para poder promediar las dos partes, se requerirá un mínimo de 3 (sobre 10) en cada una de ellas. A su vez, la calificación de la prueba escrita no podrá ser inferior a 4 puntos (sobre 10) para poder ser compensada por el resto de las actividades objeto de evaluación. La superación de la prueba escrita acreditará en parte el logro de los resultados de aprendizaje 1, 2, 3 y 5. La calificación de la prueba escrita supondrá el 60% de la calificación final de la asignatura. Asimismo, se podrá mantener la calificación de una de las dos partes de la prueba escrita hasta la 2ª convocatoria (del mismo curso académico), siempre y cuando esta calificación sea igual o superior a 5 puntos (sobre 10).

2. **Tareas individuales de resolución de problemas**, que el alumnado podrá realizar voluntariamente a lo largo del curso o bien, en una única entrega (ver apartado a para estudiantes no evaluados en las actividades 2 y/o 3). En el caso de que el alumnado opte por la entrega voluntaria anticipada, las fechas límite de entrega de cada una de las tareas individuales propuestas vendrán indicadas en la página de la asignatura en moodle. Se procurará que las entregas sean lo más regulares posible (con una periodicidad aproximada de 15 días). Cada tarea se calificará en una escala de 0 a 10 puntos y la calificación global de esta actividad será la media aritmética de todas las tareas individuales programadas. La superación de esta actividad acreditará en parte el logro de los resultados de aprendizaje 2, 3, 4 y 5. La calificación obtenida en esta prueba no podrá ser inferior a **4 puntos** (sobre 10) para poder ser compensada por el resto de las actividades objeto de evaluación. La calificación obtenida supondrá el **10%** de la calificación final de la asignatura y se mantendrá para las convocatorias del mismo curso académico (2ª convocatoria), siempre y cuando esta calificación sea igual o superior a 5 puntos (sobre 10).
3. **Memoria escrita y presentación oral** correspondiente a **un trabajo (SuperPro)** que se realizará a lo largo del curso en régimen colaborativo (grupos de 3 alumnos). El trabajo podrá presentarse oralmente en horario presencial, es decir en una fecha anterior a la convocatoria oficial (que será en horario de sesiones de problemas). La calificación de cada uno de los trabajos se determinará en función de la calidad de la memoria escrita y de la presentación oral (que realizará un miembro del grupo elegido al azar por el equipo docente 15 minutos antes de la presentación). La calificación se calculará teniendo en cuenta los pesos siguientes: 50% contenidos, 30% presentación y defensa, y 20% aspectos formales del trabajo. La superación de esta prueba acreditará el logro de los resultados de aprendizaje 1-6. La calificación obtenida en esta prueba no podrá ser inferior a **4 puntos** (sobre 10) para poder ser compensada por el resto de las actividades objeto de evaluación. La calificación obtenida en esta actividad supondrá el **30%** de la calificación final de la asignatura y se mantendrá para las convocatorias del mismo curso académico (2ª convocatoria), siempre y cuando esta calificación sea igual o superior a 5 puntos (sobre 10).

Pruebas para estudiantes no evaluados en las actividades 2 y/o 3

Aquellos estudiantes que no hayan sido evaluados a lo largo del semestre en alguna de las actividades 2 y 3, y se presenten a la prueba escrita, podrán:

- a) Para la actividad 2: entregar la resolución de una serie de problemas y casos, que podrán ser distintos a los planteados en las sesiones presenciales, cuyos enunciados estarán disponibles en la página de la asignatura en moodle. La entrega de dichos problemas y casos se realizará, mediante un documento único, a través de la plataforma moodle en la fecha de la convocatoria oficial.
- b) Para la actividad 3: entregar una memoria correspondiente a un trabajo, cuya temática se elegirá de entre una serie de propuestas que se plantearán al inicio del curso, y realizar la correspondiente presentación oral. El trabajo deberá realizarse en grupos de un mínimo de 2 integrantes. En casos justificados, se aceptarán trabajos individuales. La presentación de la memoria se realizará a través de moodle en la fecha de la convocatoria oficial y la exposición oral se llevará a cabo el mismo día.

La calificación final de la asignatura se determinará con los mismos pesos atribuidos a cada actividad de evaluación: 60% (prueba escrita), 10% (problemas y casos) y 30% (trabajo). Para poder promediar las calificaciones obtenidas en las distintas actividades de evaluación será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos (sobre 10) en cada una de ellas.

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

Aquellos estudiantes que quieran ser evaluados en alguna de las actividades 2 y 3 deberán:

- a) Para la actividad 2: presentar la resolución de una serie de problemas y casos, que podrán ser distintos a los planteados para la primera convocatoria, cuyos enunciados estarán disponibles en la página de la asignatura en moodle. La entrega de dichos problemas y casos se realizará a través de la plataforma moodle

en la fecha de la convocatoria oficial.

b) Para la actividad 3: presentar la memoria correspondiente a un trabajo, cuya temática se elegirá de entre una serie de propuestas que se plantearán al inicio del curso, y realizar la correspondiente presentación oral. El trabajo deberá realizarse en grupos de un mínimo de 2 integrantes. En casos justificados, se aceptarán trabajos individuales. La presentación de la memoria se realizará a través del moodle en la fecha de la convocatoria oficial y la exposición oral se llevará a cabo el mismo día.

La calificación final de la asignatura se determinará mediante la aplicación de los mismos criterios descritos para la primera convocatoria.

Criterios de Evaluación

Cuadro resumen de los criterios de evaluación

Todas las calificaciones están referidas a una escala de 0 a 10 puntos.

	Actividad de evaluación		
	Prueba escrita	Tareas individuales	Trabajo en equipo
Calificación para cada actividad	La nota de la prueba escrita (N_{pe}) se determinará de la manera siguiente: donde N_t y N_p corresponden a la calificaciones obtenidas en la parte de teoría y de problemas, respectivamente. Si N_t y/o $N_p < 3$, la calificación de la prueba escrita será de suspenso. En este caso, la calificación de esta actividad será: $N_{pe} = \text{MIN} (N_t, N_p)$	La calificación de esta actividad (N_{tarear}) corresponderá a la media aritmética de las calificaciones obtenidas en cada tarea.	La calificación del trabajo (N_{trab}) se determinará como sigue: donde N_{cont} , N_{pres} y N_{forma} corresponden a las calificaciones obtenidas en base al contenido, presentación oral y aspectos formales, respectivamente.
Calificaciones que se guardan para 2ª convocatoria	Se guarda N_{pe} si es ≥ 5 . Si $N_{pe} < 5$, se guarda N_t ó N_p si su valor es ≥ 5 .	Se guarda si $N_{tarear} \geq 5$	Se guarda si $N_{trab} \geq 5$
CALIFICACIÓN FINAL	La calificación final de la asignatura (CF) se determinará mediante la ecuación siguiente: $CF = 0,6N_{pe} + 0,3N_{trab} + 0,1N_{tarear}$ Para poder aprobar ($CF \geq 5$) es imprescindible que todos los valores de N_{pe} , N_{trab} y N_{tarear} sean ≥ 4 . En el caso de que alguna de las calificaciones (N_{pe} , N_{trab} , N_{tarear}) sea inferior a 4 puntos, la calificación final se obtendrá de la manera siguiente: Si $CF \geq 4$ (obtenida mediante la ecuación anterior), la calificación final será: Suspenso (4,0) Si $CF < 4$, la calificación final será: Suspenso (CF)		

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

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

1. La **lección magistral participativa** será el método utilizado durante el desarrollo de las **clases teóricas**. Con este método, se pretende fomentar la participación activa del alumnado mediante la formulación de cuestiones y/o ejercicios que ayuden a romper el ritmo monótono de las sesiones. Las clases de teoría se llevarán a cabo con el grupo completo.
2. En las **sesiones prácticas de resolución de problemas** se plantearán y resolverán problemas relacionados con los contenidos teóricos. Durante el desarrollo de las mismas, se fomentará la participación del alumnado y el trabajo cooperativo.
3. En las **sesiones prácticas con SuperPro Designer** se plantearán y resolverán diagramas de flujos de distintas industrias agroalimentarias.
4. Las **visitas técnicas** servirán para que el alumnado adquiera una visión práctica y real de los contenidos teóricos y prácticos realizados a lo largo del curso. Están previstas dos visitas, correspondientes a dos tipologías distintas de

tecnologías energéticas, que se realizarían una vez se hayan expuesto los contenidos temáticos correspondientes en las sesiones de clases teóricas.

5. Como estudio y trabajo cooperativo, se propondrá al alumnado la realización de un trabajo, que podrá realizarse con SuperPro Designer, en el cual el alumnado mostrará las capacidades adquiridas durante la realización de la asignatura. Este trabajo se realizará en grupos de tres integrantes.

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:** **Clases teóricas.** Actividad presencial en la cual se desarrollarán los contenidos de los temas propuestos. La duración total de esta actividad a lo largo del curso será de 26 horas.
- 2:** **Sesiones prácticas.** Actividad presencial en la cual se resolverán problemas relacionados con los contenidos de la asignatura, se definirá el trabajo en régimen cooperativo a realizar y se llevará la presentación de los mismos. Se llevarán a cabo en el aula informática (SuperPro), problemas (Aula) en grupos de 20 alumnos, con una dedicación total de 30 horas (15 sesiones de 2 horas). SuperPro 10 horas (5 sesiones de 2 horas), problemas 20 horas (10 sesiones de 5 horas)
- 3:** **Visitas técnicas.** Actividad presencial que contempla la visita a una industria agroalimentaria con reacción bioquímica (4 horas).
- 4:** **Estudio y trabajo cooperativo.** Esta actividad no presencial se centrará en la realización del trabajo, que se llevará a cabo en grupos de tres integrantes.
- 5:** **Estudio y trabajo autónomo.** Durante esta actividad no presencial, el alumnado se dedicará al estudio personal. Esta modalidad también incluye la participación del estudiante en actividades propias de la página Web de la asignatura en moodle, tales como la realización de ejercicios y cuestionarios, así como la interacción con otros estudiantes para consultas y/o intercambios de información.
- 6:** **Tutorías.** Podrán ser presenciales (en el despacho del profesor) o virtuales (mediante el uso de la plataforma moodle). Las tutorías podrán ser individuales (relacionadas con el estudio y trabajo autónomo) o en grupo (para los trabajos dirigidos a realizar por grupos de tres integrantes).

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Se estima que un estudiante medio debe dedicar a esta asignatura, de 6 ECTS, un total de 150 horas que deben englobar tanto las actividades presenciales como las no presenciales. La dedicación a la misma debe procurarse que se reparta de forma equilibrada a lo largo del semestre. A continuación se presenta el calendario hipotético de la asignatura:

Semana	Clases de Teoría	Sesiones prácticas	Visitas
1	Presentación asignatura (1 h) Tema 1 (1 h)	Formación de grupos y elección del tema para el Trabajo Cooperativo (1 h) Sesión 1 (1 h)	
2	Tema 1 (1 h) Tema 2 (1 h)	Sesión 2 (2 h)	
3	Tema 2 (1 h) Tema 3 (1 h)	Sesión 3 (2 h)	

4	Tema 3 (2 h),	Sesión 4 (2 h)	
5	Tema 4 (2 h)	Sesión 5 (2 h)	
6	Tema 5 (2 h)	Sesión 6 (2 h)	
7	Tema 6 (2 h)	Sesión 7 (2 h)	Visita 1 (4 h)
8	Tema 6 (2 h)	Sesión 8 (2 h)	
9	Tema 7 (2 h)	Sesión 9 (2 h)	
10	Tema 7 (2 h)	Sesión 10(2 h)	
11	Tema 8 (2 h)	Sesión 11 (2 h)	
12	Tema 8 (2 h)	Sesión 12 (2 h)	
13	Tema 9 (2 h)	Sesión 13 (2 h)	
14		Sesión 14 (2 h)	
15	Presentación trabajos	Sesión 15 (2 h)	

Volumen de trabajo

La propuesta de la distribución de la carga de trabajo del alumnado se presenta en la tabla siguiente:

Actividad	Horas presenciales	Factor	Horas no presenciales
Clases teóricas	26	1,5	39
Sesiones prácticas	30	0,75	22.5
Realización del trabajo en régimen cooperativo	-	-	25.5
Visitas técnicas	4	-	3
HORAS TOTALES	60		90
CARGA DE TRABAJO TOTAL	150 horas		

Por último, la tabla siguiente muestra la distribución de los créditos ECTS entre las distintas modalidades de enseñanza.

Modalidad docente	Horas totales de trabajo del alumnado	ECTS
Clases teóricas	65	2.6
Sesiones prácticas	52.5	2.1
Realización del trabajo en régimen cooperativo	25.5	1.02
Visitas técnicas	7	0,28
TOTAL	150	6

Programa de Teoría

Programa de teoría

1. Introducción a los procesos biotecnológicos: desarrollo histórico, características de los materiales biológicos, procesos actuales de fermentación, etapas en el desarrollo de un bioproceso y reactores ideales.
2. Balances de materia con reacción bioquímica: Estequiometría del crecimiento microbiano y balances elementales.
3. Balances de energía con reacción bioquímica: Ecuaciones generales de los balances de energía, calores de reacción para procesos con producción de biomasa, termodinámica del crecimiento microbiano, balance de energía para un cultivo celular.
4. Balances de materia y energía en estado no estacionario: Ecuaciones de balances de materia y energía en estado no estacionario, resolución de ecuaciones diferenciales.
5. Principales tipos de fermentadores: configuraciones de un fermentador, fermentación discontinua, fermentación continua en tanque agitado, fermentadores tubulares, fermentación el lecho fluidizado, principales características de operación de los fermentadores.
6. Cinética enzimática: reacciones no elementales, definiciones y mecanismos, ecuación de Michaelis-Menten, cálculos de reactores discontinuos, inhibición de reacciones enzimáticas.
7. Cinética microbiana: crecimiento celular, consumo de sustrato y obtención de productos, cinética del crecimiento,

cinética de consumo de sustrato y formación de producto, quimiostatos, ecuaciones de diseño.

8. Aspectos básicos de los biorreactores: balances de materia y energía, reactores de tanque agitado, reactores de flujo en pistón.
9. Biocatalizadores inmovilizados: conceptos generales, distintos métodos de inmovilización, cinética de los biocatalizadores inmovilizados, aplicaciones.

Programa de Prácticas

Programa de prácticas

1. Simulación de procesos por ordenador utilizando SuperPro Designer

Bibliografía recomendada

Bibliografía básica

GÓDIA, F. y LÓPEZ, J. Ingeniería Bioquímica. Madrid: Síntesis, 1998

LEVENSPIEL, OCTAVE. Ingeniería de las Reacciones Químicas, 3ª Edición. México: Limusa Wiley, 2004

M. DORAN, PAULINE. Principios de ingeniería de los bioprocesos. Zaragoza: Acribia, 1998

Bibliografía complementaria

ATKINSON, B. Reactores bioquímicos. Barcelona: Reverté, 1986

BAILEY, J. E., OLLIS, D. F. Biochemical Engineering Fundamentals. McGraw-Hill, 1986.

BLANCH, HARVEY W. Biochemical Engineering. New York: Marcel Dekker, 1997

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Atkinson, B.. Reactores bioquímicos / B. Atkinson ; [versión española Juan Mata Alvarez, José Costa López] . Barcelona [etc.] : Reverté, cop. 1986
- Bailey, James E.. Biochemical engineering fundamentals / James E. Bailey, David F. Ollis . 2nd. ed. New York [etc.] : McGraw-Hill, cop. 1986
- Blanch, Harvey W.. Biochemical engineering / Harvey W. Blanch, Douglas S. Clark . New York [etc.] : Marcel Dekker, cop.1997
- Doran, Pauline M.. Principios de ingeniería de los bioprocesos / Pauline M. Doran ; traducción a cargo de Francisco J. García Labiano . Zaragoza : Acribia, D.L. 1998
- Ingeniería bioquímica / Francesc Gòdia Casablanques y Josep López Santín (Editores) ; Carles Casas Alvero...[et al.] . Madrid : Síntesis, D.L. 1998
- Levenspiel, Octave. Ingeniería de las reacciones químicas / Octave Levenspiel ; [con la colaboración en la traducción de Juan A. Conesa ; revisión técnica, Enrique Arriola Guevara] . 3ª ed., [reimp.] México : Limusa Wiley, cop. 2004 (reimp. 2006)