



# Guia docent

## 390336 - BREA - Bioreactors

Última modificació: 14/06/2024

**Unitat responsable:** Escola d'Enginyeria Agroalimentària i de Biosistemes de Barcelona  
**Unitat que imparteix:** 745 - DEAB - Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES BIOLÒGICS (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2024      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Català, Castellà

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Cerrillo Moreno, Míriam

**Altres:** Cerrillo Moreno, Míriam

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

#### Específiques:

1. Capacitat per: utilitzar i gestionar la tecnologia i mètodes d'operació dels biorreactors.
2. Dissenyar processos i instal·lacions per la producció de material biològic.

#### Transversals:

3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com un membre més, o realitzant tasques de direcció amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

La metodologia docent varia en funció de si es tracta de classes de teoria (grup gran) o bé de pràctiques (grup petit).

A les classes teòriques (grup gran), el professorat introduirà els coneixements generals relacionats amb els conceptes de la matèria, intentarà motivar i involucrar l'estudiantat per que participi activament en el seu aprenentatge. S'utilitza material de suport mitjançant ATENEA. D'altra banda, també es faran classes de resolució d'exercicis o problemes numèrics. En general, després de cada sessió es proposen tasques fora de l'aula, com ara lectures orientades i resolució d'exercicis i problemes, que s'han de treballar i que són la base de l'aprenentatge guiat i autònom.

Les classes pràctiques (grup petit) tenen com objectiu que l'estudiant protagonitzi les sessions i s'habitui a la tècnica aplicada, a tècniques de dimensionat i disseny d'equips, així com a les tècniques d'operació mitjançant visites a instal·lacions.

### OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

Els bioreactors són els recintes en els que es controlen les reaccions biològiques per obtenir uns productes o serveis. El disseny d'aquests equips depèn de l'estequiometria i cinètica de les reaccions, de l'estat d'agregació dels biocatalitzadors (enzims o microorganismes) i dels requeriments ambientals i operacionals del procés. L'objectiu general de l'assignatura és familiaritzar l'estudiant amb les eines bàsiques de caracterització dels bioprocessos, l'elecció del disseny de reactor adequat, el seu dimensionat i la programació del paràmetres d'operació. Específicament, els objectius son:

- Conèixer els principals tipus de bioreactors, les seves característiques bàsiques i les seves aplicacions més importants, per a processos enzimàtics i amb microorganismes.
- Adquirir coneixements sobre els aspectes rellevants dels processos bioindustrials, tals com els balanços de matèria, el disseny, el dimensionat i l'ús adient d'un bioreactor segons la seva aplicació.
- Estudiar els elements necessaris per portar a terme el dimensionat i operació d'un bioreactor, com ara les equacions cinètiques més comuns, la interacció entre cinètica i mode d'operació, els sistemes d'agitació i aeració, així com la instrumentació i elements de control bàsics.
- Adquirir les habilitats de càlcul, a través de la resolució d'exercicis i problemes guiats, per tal de dimensionar bioreactors i controlar els paràmetres de funcionament.



## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup petit	20,0	13.33
Hores grup gran	40,0	26.67

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### ENGINYERIA DE BIOPROCESSOS

**Descripció:**

- 1.- Enginyeria de processos, reaccions i reactors
  - Aplicacions de l'equació de continuïtat a reactors ideals per a reaccions de diferent ordre
- 2.- Cinètica enzimàtica
  - Cinètica enzimàtica. Modificacions de l'activitat enzimàtica. Inhibició
- 3.- Cinètica microbiana
  - Cinètica del creixement cel·lular, utilització de substrat i formació de producte. Mesura del creixement. Models de creixement

**Activitats vinculades:**

- Activitat 1. Classes de teoria
- Activitat 2. Proves d'avaluació
- Activitat 3. Resolució d'exercicis i problemes amb calculadora i/o ordinador

**Dedicació:** 26h

- Grup gran/Teoria: 8h
- Grup petit/Laboratori: 4h
- Aprenentatge autònom: 14h

### BIOENERGÈTICA I ESTEQUIOMETRIA DE LES REACCIONS BIOLÒGIQUES

**Descripció:**

- 1.- Balanços de matèria i energia en les reaccions biològiques
  - Estequiometria del creixement i de la formació de productes
  - Bioenergètica de les reaccions
  - Processos simultanis: notació matricial
- 2.- Estimació de la taxa de transformació dels substrat en biomassa
  - En base a mesures experimentals
  - En base a relacions termodinàmiques

**Activitats vinculades:**

- Activitat 1. Classes de teoria
- Activitat 2. Proves d'avaluació
- Activitat 3. Resolució d'exercicis i problemes amb calculadora i/o ordinador
- Activitat 4. Pràctiques de laboratori de disseny

**Dedicació:** 27h

- Grup gran/Teoria: 8h
- Grup petit/Laboratori: 3h
- Aprenentatge autònom: 16h

## REACTORS AMB IMMOBILITZACIÓ DE BIOCATALITZADORS

### Descripció:

- 1.- Immobilització de biocatalitzadors
  - Objectius i mètodes d'immobilització. Immobilització d'enzims. Immobilització de microorganismes
- 2.- Cinètica de biopel·lícules
  - Equacions de difusió i reacció. Simplificacions per a la resolució. Eficiència de la biopel·lícula
- 3.- Cinètica de reactors basats en biopel·lícules
  - Integració. Règims de flux (mescla completa i flux pistó)
- 4.- Limitacions al transport extern
  - Anàlisi mitjançant números adimensionals: mòduls de Damköhler i de Thiele; número de Sherwood

### Activitats vinculades:

- Activitat 1. Classes de teoria
- Activitat 2. Proves d'avaluació
- Activitat 3. Resolució d'exercicis i problemes amb calculadora i/o ordinador
- Activitat 4. Pràctiques de laboratori de disseny
- Activitat 5. Visita a instal·lacions

### Dedicació: 29h

- Grup gran/Teoria: 8h
- Grup petit/Laboratori: 5h
- Aprenentatge autònom: 16h

## DISSENY DE BIOREACTORS

### Descripció:

- 1.- Disseny de bioreactors
  - Configuracions típiques i elements d'un bioreactor. Instrumentació
- 2.- Aeració
  - Transferència d'oxigen. Eficiència d'aeració. Determinació de la  $k_L a$ . Equips usuals
- 3.- Agitació
  - Homogeneïtzació en reactors de mescla completa. Potència d'agitació i  $k_L a$ . Equips usuals
- 4.- Determinació experimental del temps de residència hidràulica. Ús de traçadors
- 5.- Separació i recuperació de productes
  - Coagulació i floculació. Precipitació. Centrifugació. Filtració

### Activitats vinculades:

- Activitat 1. Classes de teoria
- Activitat 2. Proves d'avaluació
- Activitat 3. Resolució d'exercicis i problemes amb calculadora i/o ordinador
- Activitat 4. Pràctiques de laboratori de disseny
- Activitat 5. Visita a instal·lacions

### Dedicació: 50h

- Grup gran/Teoria: 8h
- Grup petit/Laboratori: 8h
- Aprenentatge autònom: 34h



## CASOS D'ESTUDI

### Descripció:

1.- Casos d'estudi

- Aplicacions de bioreactors per a l'obtenció de productes a partir d'una matèria primera

### Activitats vinculades:

Activitat 1. Classes de teoria

Activitat 2. Proves d'avaluació

Activitat 5. Visita a instal·lacions

**Dedicació:** 18h

Grup gran/Teoria: 8h

Aprenentatge autònom: 10h

## ACTIVITATS

### ACTIVITAT 1: CLASSES D'EXPLICACIÓ TEÒRICA

#### Descripció:

El professorat fa una exposició per introduir els objectius d'aprenentatge relacionats amb els conceptes bàsics de la matèria. Posteriorment, i mitjançant exercicis, motivarà i involucrarà als estudiants per a què participin activament en el procés d'aprenentatge.

#### Objectius específics:

En finalitzar l'activitat els estudiants hauran de tenir els coneixements necessaris i la suficient habilitat com per poder dissenyar un fermentador tant a escala pilot com industrial; controlar els paràmetres de funcionament d'un bioreactor fins arribar al seu òptim funcionament; obtenir productes d'interès industrial mitjançant el cultiu de microorganismes en bioreactors i conèixer les aplicacions industrials més importants dels bioreactors.

#### Material:

- Presentacions de classe
- Col·lecció d'exercicis de bioreactors
- Bibliografia bàsica

**Dedicació:** 83h

Grup gran/Teoria: 38h

Aprenentatge autònom: 45h



## ACTIVITAT 2: PROVES INDIVIDUALS D'AVUACIÓ

### Descripció:

Realització d'exàmens individuals constituïts per dues parts: 1) teoria, amb qüestions de tipus conceptual en que l'estudiant demostrï l'assoliment aconseguit en coneixements i sobretot en la seva interrelació; 2) exercicis i problemes, amb 1 o 2 problemes a resoldre, que seran del tipus resolt a classe o de la col·lecció de problemes proposats.

L'examen final tindrà un pes del 40% en la qualificació final.

L'examen parcial es realitzarà individualment, i tindrà un pes del 20% en la qualificació final.

### Objectius específics:

Valorar l'assoliment dels objectius d'aprenentatge de l'assignatura així com les competències específiques associades.

### Material:

A l'examen final, part de teoria: sense documentació a consultar.

A l'examen final, part de problemes: la documentació que l'estudiant estimi oportuna.

A l'examen final, en ambdues parts, l'estudiant haurà de portar una calculadora.

A l'examen parcial, en ambdues parts, l'estudiant podrà consultar la documentació que desitgi.

### Lliurament:

Examen individualment resolt per l'estudiant/a.

### Dedicació: 2h

Grup gran/Teoria: 2h

## ACTIVITAT 3: ACTIVITATS DE RESOLUCIÓ D'EXERCICIS

### Descripció:

Els exercicis i problemes a resoldre es proposaran al llarg del curs.

Els estudiants lliuraran els resultats dels exercicis proposats, en grups de no més de tres persones, amb una setmana d'antelació a la data de celebració de l'examen final del curs.

### Objectius específics:

En finalitzar les pràctiques, l'estudiantat ha de ser capaç de resoldre problemes de dimensionat de bioreactors.

### Material:

Col·lecció d'exercicis proposats al llarg del curs.

### Lliurament:

Entrega d'exercicis i problemes resolts.

Els exercicis resolts tindran un pes del 10% de la qualificació final del curs.

### Dedicació: 34h

Grup gran/Teoria: 1h

Grup petit/Laboratori: 8h

Aprenentatge autònom: 25h



#### ACTIVITAT 4: PRÀCTIQUES DE LABORATORI DE DISSENY

**Descripció:**

L'objectiu és resoldre un problema de disseny d'un bioreactor. A principis de curs es crearan grups de treball i a cadascun d'ells se'ls proposarà el disseny d'un reactor que compleixi amb uns objectius específics. Es realitzaran quatre sessions de dues hores cadascuna on cada grup exposarà l'avenç en els càlculs realitzats davant la resta de la classe i es resoldran dubtes de forma conjunta. Aquestes sessions tindran format de gabinet tècnic. L'exercici de disseny es lliurarà com a molt tard el dia de l'examen final.

**Objectius específics:**

En finalitzar les pràctiques l'estudiantat ha de ser capaç de resoldre problemes de dimensionat de bioreactors i de convertir informació publicada en articles científics en dades útils per a la presa de decisions.

**Material:**

Enunciat de l'exercici de disseny lliurat pel professor durant el primer mes del curs.

**Lliurament:**

Cada grup de treball haurà d'entregar tres informes diferents:

- 1.- Revisió bibliogràfica sobre el procés a implantar
- 2.- Estequiometria de la reacció, paràmetres cinètics a utilitzar i esborrany del disseny
- 3.- Informe final amb el dimensionat de la instal·lació

**Dedicació:** 28h

Grup petit/Laboratori: 8h

Aprenentatge autònom: 20h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La qualificació final de l'assignatura,  $N_{\text{final}}$ , s'obté de la següent forma:

$N_1$ : qualificació de la prova final

$N_2$ : qualificació de la prova parcial

$N_3$ : qualificació de les activitats pràctiques de resolució d'exercicis i problemes

$N_4$ : avaluació de les pràctiques de laboratori de disseny

$N_{\text{final}} = 0,4 \cdot N_1 + 0,2 \cdot N_2 + 0,1 \cdot N_3 + 0,3 \cdot N_4$

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

L'assistència i realització de les activitats de resolució d'exercicis i problemes és obligatòria. La no assistència a aquestes activitats no eximirà dels coneixements i habilitats corresponents. Les tasques s'han de lliurar dins el termini establert.

## BIBLIOGRAFIA

**Bàsica:**

- Doran, Pauline M. Bioprocess engineering principles . 2nd edition. London : Elsevier, 2013. ISBN 978-0-12-220851-5.
- Najafpour, Ghasem D. Biochemical engineering and biotechnology . Second edition. ©2015. ISBN 978-0-444-63357-6.
- Liu, Shijie. Bioprocess engineering : kinetics, sustainability, and reactor design . Second edition. Amsterdam ; Boston : Elsevier, [2017]. ISBN 978-0-444-63783-3.

**Complementària:**

- Nielsen, J.H.; Villadsen, J.; Lidén, G.. Bioreaction engineering principles. 2nd ed. New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers, 2003. ISBN 0306473496.
- Levenspiel, O.; Costa-López, J.; Puigjaner-Corbella, L.. El omnilibro de los reactores químicos. Barcelona: Editorial Reverté, 1986. ISBN 8429173366.
- Stanbury, P.F.; Whitaker, A.; Hall, S.J.. Principles of fermentation technology. 2nd ed. Oxford: Pergamon, 1995. ISBN 9780750645010.