



Universitat de Lleida

# GUIA DOCENT **BIOREACTORS**

Coordinació: GARVIN ARNES, ALFONSO

Any acadèmic 2022-23

**Informació general de l'assignatura**

<b>Denominació</b>	BIOREACTORS			
<b>Codi</b>	101620			
<b>Semestre d'impartició</b>	1R Q(SEMESTRE) AVALUACIÓ CONTINUADA			
<b>Caràcter</b>	Grau/Màster	Curs	Caràcter	Modalitat
	Grau en Biotecnologia	3	OBLIGATÒRIA	Presencial
<b>Nombre de crèdits assignatura (ECTS)</b>	6			
<b>Tipus d'activitat, crèdits i grups</b>	<b>Tipus d'activitat</b>	PRAULA		TEORIA
	<b>Nombre de crèdits</b>	2.1		3.9
	<b>Nombre de grups</b>	2		1
<b>Coordinació</b>	GARVIN ARNES, ALFONSO			
<b>Departament/s</b>	TECNOLOGIA, ENGINYERIA I CIÈNCIA D'ALIMENTS			
<b>Distribució càrrega docent entre la classe presencial i el treball autònom de l'estudiant</b>	Hores presencials: 60 Hores no presencials: 90			
<b>Informació important sobre tractament de dades</b>	Consulteu <a href="#">aquest enllaç</a> per a més informació.			
<b>Idioma/es d'impartició</b>	Català: 80 Castellà: 20			

Professor/a (s/es)	Adreça electrònica professor/a (s/es)	Crèdits impartits pel professorat	Horari de tutoria/lloc
GARVIN ARNES, ALFONSO	alfonso.garvin@udl.cat	8,1	

## Informació complementària de l'assignatura

### Assignatura/matèria en el conjunt del pla d'estudis

Un nombre elevat de processos industrials biotecnològics tenen una o més etapes consistents en unitats de reacció química. L'estudi de la reacció química permet aprofundir en el disseny dels bioreactors, sent des del punt de vista de la biotecnologia, especialment importants les reaccions microbianes i les fermentacions enzimàtiques. Per tant, és necessari conèixer el concepte de velocitat de reacció i aplicar els coneixements bàsics de la cinètica química a l'estudi no solament dels bioreactors ideals, sino també als reactors reals amb flux no ideal.

### Requisits per cursar-la

Prerequisits: NO

Corequisits: NO

## Objectius acadèmics de l'assignatura

L'estudiant, al superar l'assignatura, ha de ser capaç de:

- Conèixer tots els bioreactors ideals.
- Conèixer el concepte de velocitat de reacció i els diferents tipus d'expressions cinètiques.
- Saber obtenir i resoldre el model matemàtic dels bioreactors ideals, mitjançant el plantejament dels balanços de matèria i energia per a qualsevol tipus de cinètica.
- Conèixer i aplicar les diferents cinètiques en bioreactors multifàsics.
- Conèixer les reaccions enzimàtiques i microbianes i saber obtenir i resoldre el model matemàtic en un bioreactor.
- Conèixer l'aplicació de biocatalitzadors immobilitzats als bioreactors.
- Conèixer els tipus més importats de bioreactors no convencionals.
- Conèixer el mètode d'obtenir el model de flux d'un reactor real i diferenciar-lo amb el de reactors ideals (tanc agitat i flux en pistó).
- Saber aplicar el model de flux d'un reactor real per a obtenir la conversió a la sortida, temps mig i volum útil. Saber justificar la desviació respecte de la idealitat.

## Competències

### Competències generals

CG1 Ser capaç de buscar i utilitzar selectivament fonts d'informació necessàries per aconseguir els objectius formatius.

CG2 Interpretar la informació científicotècnica amb un sentit crític, i ser capaç de fer presentacions basades en aquesta informació.

CG3 Treballar en equip, amb una visió multidisciplinària i amb capacitat per fer una distribució racional i eficaç de

tasques entre els membres de l'equip.

CG4 Conèixer i utilitzar adequadament el vocabulari científic i tècnic propi dels diferents àmbits de la Biotecnologia.

CG6 Conèixer i saber utilitzar el programari i les bases de dades específiques en els diferents àmbits de la Biotecnologia.

CG7 Utilitzar el mètode científic per analitzar dades i dissenyar estratègies experimentals amb aplicacions biotecnològiques.

CG8 Ser capaç de formar-se un judici crític sobre les implicacions de la biotecnologia a nivell ètic, legal i ambiental.

CG9 Ser capaç de desenvolupar una activitat professional d'acord amb les normatives de seguretat i respecte al medi ambient i amb criteris ètics.

CG10 Transmetre estratègies i aplicacions tecnològiques a l'empresa, basades en els fonaments generals de l'economia d'empresa.

CG12 Desenvolupar habilitats de treball i relacions interpersonals en un entorn laboral i conèixer l'organització, estructura d'una empresa o institució

## **Relació de Competències Específiques**

CE2 Conèixer i comprendre els fonaments químics dels processos biotecnològics.

CE4 Conèixer els principis de la física-química i ser capaç de resoldre els problemes relacionats amb la cinètica de les reaccions químiques.

CE5 Conèixer els principis bàsics de la enginyeria química.

CE9 Aconseguir un domini satisfactori de conceptes i procediments relacionats amb el càlcul diferencial integral i amb l'àlgebra lineal.

CE10 Ser capaç d'aplicar els procediments matemàtics a situacions científicotècniques necessàries al llarg dels estudis i en l'exercici futur de la professió.

CE11 Conèixer i saber utilitzar els conceptes bàsics del mètode estadístic, sent capaç d'analitzar estadísticament els resultats d'estudis i interpretar-los críticament.

CE13 Conèixer i comprendre els fonaments físico-matemàtics dels processos biotecnològics.

CE29 Conèixer el disseny de bioreactors per al desenvolupament de processos de producció específics.

CE30 Conèixer els processos tecnològics basats en l'ús d'éssers vius i les estratègies d'optimització d'aquests.

CE31 Ser capaç de calcular, interpretar i racionalitzar els processos bioindustrials sobre la base dels paràmetres rellevants en els fenòmens de transport i balanços termodinàmics.

## **Continguts fonamentals de l'assignatura**

### **Tema 1.- Introducció als bioreactors.**

1.1.- Tipus de bioreactors

1.2.- Model matemàtic

1.3.- Equació estequiomètrica

1.4.- Conversió

1.5.- Equació de velocitat i equació de Arrhenius

1.6.- Mecanisme de reacció

1.7.- Balanços de matèria i energia

## **Tema 2.- Reactor intermitent (RI)**

2.1.- Model matemàtic RI a volum constant

2.2.- Model matemàtic RI a volum i temperatura constants

2.3.- Equacions integrades RI a volum i temperatura constants per a les cinètiques més habituals

2.4.- Model matemàtic RI en la seva etapa prèvia d'ompliment

2.5.- Model matemàtic RI en la seva etapa posterior de buidatge

## **Tema 3.- Reactor tanc agitat (RTA)**

3.1.- Model matemàtic RTA a volum constant i estat no estacionari

3.2.- Model matemàtic RTA a volum constant i estat estacionari

3.2.1.- Amb canvi de temperatura

3.2.2.- Sense canvi de temperatura

3.2.3.- Interpretació gràfica del balanç de matèria

3.3.- Equacions RTA a volum constant i estat estacionari per a les cinètiques més habituals

3.4.- Model matemàtic RTA a volum variable

3.4.1.- amb entrada i sortida

3.4.2.- en l'etapa prèvia d'ompliment

3.4.3.- en l'etapa posterior de buidatge

## **Tema 4.- Reactor de flux en pistó (RFP)**

4.1.- Model matemàtic RFP en estat estacionari (EE)

4.2.- Model matemàtic RFP en EE sense canvi de temperatura

4.3.- Interpretació gràfica del balanç de matèria

4.4.- Comparació RFP i RTA sense canvi de temperatura

4.5.- Equacions integrades RFP en EE sense canvi de temperatura per les cinètiques més habituals

## **Tema 5.- Reactor real a temperatura constant**

5.1.- Flux no ideal

5.2.- Funció DTR

5.3.- Aplicació funció DTR

5.4.- Funció DTR per a reactors específics

5.5.- Funció DTR tras canvi de cabal

5.6.- Comprovació funció DTR per a reactors ideals

## **Tema 6.- Bioreactors multifàsics a temperatura constant**

- 6.1.- Transferència de matèria
- 6.2.- Etapes
- 6.3.- Unitats cinètiques
- 6.4.- Model matemàtic cinètiques ordre 1 i 2
- 6.5.- Model matemàtic enzims immobilitzats
- 6.6.- Model matemàtic qualsevol cinètica

## **Tema 7.- Reactors enzimàtics a temperatura constant**

- 7.1.- Cinètica de Michaelis-Menten
- 7.2.- RI i RFP
- 7.3.- Activitat enzimàtica
- 7.4.- RTA
- 7.5.- Cinètica a partir de dades velocitat-concentració
- 7.6.- Inhibició competitiva, no competitiva i acompetitiva
- 7.7.- Inhibició per substrat
- 7.8.- Comparació RFP i RTA

## **Tema 8.- Reactors microbians a temperatura constant**

- 8.1.- Introducció
- 8.2.- Equacions cinètiques
  - 8.2.1.- Models sense limitació
  - 8.2.2.- Models amb inhibició per substrat
  - 8.2.3.- Models amb taxa de creixement
  - 8.2.4.- Models amb enverinament per producte
  - 8.2.5.- Models amb substrat il·limitat
  - 8.2.6.- Determinació de les constants cinètiques
- 8.3.- RI
  - 8.3.1.- Qualsevol cinètica
  - 8.3.2.- Cinètica de Monod
  - 8.3.3.- Models de taxa de creixement
  - 8.3.4.- Cinètica de Levenspiel
- 8.4.- RTA
  - 8.4.1.- Model
  - 8.4.2.- Temps de rentat

8.4.2.1.- Qualsevol cinètica

8.4.2.2.- Cinètica de Monod

8.4.2.3.- Cinètica de Levenspiel

8.4.3.- Velocitat màxima

8.4.3.1.- Qualsevol cinètica

8.4.3.2.- Cinètica de Monod

8.4.3.3.- Cinètica de Levenspiel

8.5.- Comparació eficàcia RTA i RFP

8.6.- Microorganismes immobilitzats

8.7.- Rendiment fraccional variable

## Tema 9.- Degradació tèrmica de microorganismes

9.1.- Introducció

9.2.- Corbes de destrucció tèrmica. Cinètica.

9.3.- Temps de reducció decimal

9.4.- Efecte de la temperatura

9.5.- Letalitat

9.6.- Temps de mort tèrmica

9.7.- Coccio

9.8.- Tractament de productes envasats. Corba de penetració de calor.

9.9.- Tractament en continu

**Activitats pràctiques:** Seminaris de càlcul per tots els conceptes.

## Eixos metodològics de l'assignatura

Tipus d'activitat	Descripció	Activitat presencial alumne		Activitat no presencial alumne	
		Objectius	Hores	Treball alumne	Hores
<b>Lliçó magistral</b>	Classe magistral (Aula. Grup gran)	Explicació dels principals conceptes T1-T5	<b>10</b>	Estudi: Conèixer, comprendre i sintetitzar coneixements	<b>15</b>

<b>Problemes i casos</b>	Classe participativa (Aula. Grup gran )	Resolució de problemes i casos T1-T5	<b>10</b>	Aprendre a resoldre problemes i casos	<b>15</b>
<b>Primer parcial (Avaluació continua)</b>					
<b>Lliçó magistral</b>	Classe magistral (Aula. Grup gran	Explicació dels principals conceptes T6-T9	<b>10</b>	Estudi: Conèixer, comprendre i sintetitzar coneixements.	<b>15</b>
<b>Problemes i casos</b>	Classe participativa (Aula. Grupo gran)	Resolució de problemes i casos T7-T9	<b>10</b>	Aprendre a resoldre problemes i casos	<b>15</b>
<b>Seminaris</b>	Classe participativa pràctica (Grup mitjà)	Realització d'activitats de discussió i aplicació	<b>20</b>	Realitzar càlculs i presentar informes	<b>30</b>
<b>Segon parcial (Avaluació continua)</b>					
<b>Totals</b>			<b>60</b>		<b>90</b>

## Sistema d'avaluació

Tipus d'activitat	Activitat d'Avaluació		Pes qualificació (%)
	Procediment	Nombre	
<b>Problemes i casos</b>	Prova escrita sobre problemes i casos (T1-T5).	1	<b>37.5</b>
<b>Problemes i casos</b>	Prova escrita sobre problemes i casos T6-T9 (T1-T5 inclosos implícitament).	1	<b>37.5</b>
<b>Seminaris</b>	Full de càlcul d'un problema que inclou tots els càlculs practicats als seminaris	1	<b>25</b>
<b>Total</b>			<b>100</b>

### Observacions

Un 75% de la nota final s'obtindrà d'exàmens escrits. En el primer examen s'avaluaran els temes 1 a 5. Al segon examen s'avaluaran els temes restants, però els primers temes estan implícitament inclosos als últims temes. Donat que el segon parcial inclou implícitament els temes del primer parcial, si la nota del segon parcial fos superior a la del primer parcial, la nota del primer parcial també serà la del segon parcial.

Donat que aquesta nota supera el 30% de la nota final, en el cas que la nota mitjana d'aquestes dos proves no superi el 5.0, l'alumne té l'opció de realitzar un examen de recuperació en la data oficialment establerta per a aquest fi. A aquest examen de recuperació també es podrà presentar qualsevol alumne que desitgi pujar la nota d'aquesta part. En el cas d'entregar l'examen, la nota d'aquesta part serà substituïda per la nota de l'examen de recuperació, independentment de quina nota sigui més alta.

El 25% restant de la nota final s'obtindrà per avaluació del full de càlcul entregat amb càlculs similars als practicats als seminaris. Es valoraran els càlculs, però es donarà molta importància a les normes establertes en la presentació de gràfics, taules, xifres significatives i unitats. Per a superar l'assignatura, és imprescindible tenir una nota igual o superior a 5.0 sobre 10 en aquest apartat. La no presentació de l'informe dintre del plaç establert suposarà la valoració de l'assignatura com a "NO PRESENTAT".



La nota final haurà de ser igual o superior a 5.0 sobre 10.

## Bibliografia i recursos d'informació

### **Bibliografia bàsica**

Doran PM. 1998. *Principios de Ingeniería de los Bioprocesos*. Ed. Acribia

Gòdia F, López J. 1998. *Ingeniería Bioquímica*. Ed. Síntesis

Levenspiel O. 1986. *El Omnilibro de Reactores Químicos*. Ed. Reverté

Mittal GS. 1992. *Food Biotechnology*. Technomic Publish, Co.

Quintero R. 1981. *Ingeniería Bioquímica*. Ed. Alhambra

### **Bibliografia complementària**

Atkinson B. 1975. *Biochemical Reactors*. Ed. Pion

Bailey JE, OLLIS DF. 1986. *Biochemical Engineering Fundamentals*. Ed. McGraw-Hill

Blanc HW; Clark DS. 1996. *Biochemical Engineering*. Ed. Marcel Dekker, New York

Lee JM. 1991. *Biochemical Engineering*. Ed. Prentice Hall

Van't Riet, Tramper J. 1991. *Basic Bioreactor design*. Ed. Marcel Dekker, New York