

**GUIA DOCENT DE BIOREACTORS
LLICENCIATURA DE BIOTECNOLOGIA
UNIVERSITAT DE LLEIDA**

1. DADES INICIALS D'IDENTIFICACIÓ

Nom de l'assignatura: Bioreactors	
Número de crèdits Pla 2001: 7,5	Número de crèdits ECTS: 6
Caràcter (troncal T, obligatòria Ob, optativa Op): T	
Titulació: Llicenciatura en Biotecnologia	Departament: Tecnologia dels Aliments
Quadrimestre: 1er quadr 3 er curs	Idioma: Català
Pàgina web:	Dossier electrònic (Si/No): No
Professor coordinador: Albert Ibarz Ribas	e-mail: aibarz@tecal.udl.es
Altres professors:	

2. INTRODUCCIÓ

Són diversos el processos industrials que en alguna o més d'una de les seves etapes de processament inclouen la reacció química. L'estudi de la reacció química permet introduir-se al posterior disseny dels bioreactors. L'estudi sistemàtic de la reacció química permet aprofundir en les reaccions microbianes i fermentacions enzimàtiques, base de molts processos de la indústria. És important conèixer el concepte de velocitat de reacció, i aplicar els coneixements bàsics de la cinètica química al estudi no únicament dels bioreactors ideals, sinó també estudiar el cas de flux no ideal. L'estudi dels models teòrics permet passar a la construcció dels prototips, utilitzant els diferents tipus de semblances geomètriques i mecàniques.

3. OBJECTIUS

L'estudiant que superi l'assignatura ha de:

1. Conèixer el concepte de velocitat de reacció i els diferents tipus de cinètiques.
2. Saber obtenir i resoldre el model matemàtic dels bioreactors, mitjançant el plantejament dels balanços de matèria i energia.
3. Conèixer i aplicar les diverses cinètiques en bioreactors multifàsics.
4. Conèixer les cinètiques enzimàtiques i microbianes, i la seva aplicació als bioreactors en fase única i amb biocatalitzadors immobilitzats.
5. Aplicar els models de flux i de contacte als reactors sense comportament ideal, i saber realitzar el canvi d'escala del model teòric al prototip industrial.

4. TEMARI TEÒRIC I PRÀCTIC

TEMARI TEÒRIC:

Tema 1. **Introducció als bioreactors:** Tipus de bioreactors. Model matemàtic. Balanços de matèria i energia. Equació estequiomètrica. Conversió d'una reacció. Equació de velocitat.

Tema 2. **Reactor intermitent:** Model matemàtic. Resolució del model matemàtic. Formes integrades pel reactor intermitent de volum constant. Formes integrades pel reactor intermitent de volum variable a pressió constant.

Tema 3. **Reactor de flux de pistó en estat estacionari:** Model matemàtic. Resolució del model matemàtic: Formes integrades per flux de pistó.

Tema 4. **Reactor de mescla perfecta en estat estacionari:** Model matemàtic. Formes particulars de la equació de rendiment per flux mesclat. Estats estacionaris als reactors continus tipus tanc agitat.

Tema 5. **Bioreactors multifàsics:** Equació general de rendiment. Equació de velocitat. Disseny de reactors gas-liquid. Transferència de matèria sense reacció. Transferència de matèria amb reacció.

Tema 6. **Reaccions enzimàtiques:** Cinètica Michaelis-Menten. Determinació dels paràmetres cinètics. Fermentador intermitent i de flux de pistó. Fermentador de mescla perfecta. Efecte de la temperatura i pH sobre l'activitat enzimàtica.

Tema 7. **Reacciones microbianes:** Introducció i aspectes generals. Distribució de productes i rendiments fraccionals. Expressions cinètiques. Equació de Monod i la seva generalització. Substrat limitant. Cinètica de Monod sense enverinament. Sistemes amb enverinament per producte. Fermentador amb $n \neq 1$ i cinètica controlada pel verí. Situacions on el substrat i el producte afecten la cinètica.

Tema 8. **Reactors amb biocatalitzadors immobilitzats:** Introducció. Immobilització d'enzims. Immobilització de microorganismes y cèl·lules animals. Immobilització de cèl·lules vegetals. Reactors amb enzims i cèl·lules immobilitzades.

Tema 9. **Models de flux i de contacte:** Descripció global del flux no ideal. Estat d'agregació i temps de mescla. Funció distribució d'edats externes E_t . Mètodes experimentals per determinar E_t . Conceptes matemàtics: Mitja i Variança. Funció delta de Dirac. Conversió per un reactor amb alimentació i fase úniques.

Tema 10. **Canvi d'escala:** Introducció. Semblança geomètrica. Semblança mecànica. Mescla, agitació i aireació. Distribució de temps de residència. Canvi d'escala d'un reactor.

TEMARI PRÀCTIC:

- 1.- Obtenció de la funció distribució E_t
- 2.- Tractament enzimàtic de solucions pèctiques

5. PLANIFICACIÓ TEMPORAL

Tipus Activitat	Descripció resumida de l'activitat	Dedicació (hores)	Setmana	Objectiu Formatiu
TEO	Tema 1. Introducció als bioreactors	2	1	1, 2
PRO	Tema 1. Introducció als bioreactors	4	1, 2	1, 2
TEO	Tema 2.- Reactor intermitent	2	2	2
PRO	Tema 2. Reactor intermitent	4	2, 3	2
TEO	Tema 3. Reactor de flux de pistó	2	3	2
PRO	Tema 3. Reactor de flux de pistó	4	3, 4	2
TEO	Tema 4. Reactor de mescla perfecta	2	4	2
PRO	Tema 4. Reactor de mescla perfecta	4	5	2
TEO	Tema 5. Bioreactors multifàsics	2	5, 6	1, 3
PRO	Tema 5. Bioreactors multifàsics	4	6	1, 3
Examen		2	7	
TEO	Tema 6.- Reactors enzimàtics.	3	7	2, 3, 4
PRO	Tema 6.- Reactors enzimàtics.	6	8, 9	2, 3, 4
TEO	Tema 7. Reactors microbians.	3	9	2, 3, 4
PRO	Tema 7. Reactors microbians. .	6	9, 10, 11	2, 3, 4
TEO	Tema 8. Reactors amb biocatalitzadors immobilitzats	2	12	3, 4
PRO	Tema 8. Reactors amb biocatalitzadors immobilitzats	3	12, 13	3, 4
TEO	Tema 9. Models de flux i de contacte.	1	13	1, 2, 5
PRO	Tema 9. Models de flux i de contacte.	3	13, 14	1, 2, 5
TEO	Tema 10. Canvi d'escala	1	14	5
PRO	Tema 10. Canvi d'escala	2	14	5
Examen		2	15	

Les pràctiques es realitzaran a les setmanes en que es pugui disposar dels laboratoris.

6. BIBLIOGRAFIA DE REFERÈNCIA

a) Bibliografia bàsica:

- DORAN, P.M. (1998). *Principios de Ingeniería de los Bioprocesos*. Ed. Acribia
- GÓDIA, F.; LÓPEZ, J. (1998). *Ingeniería Bioquímica*. Ed. Síntesis
- LEVENSPIEL, O. (1986). *El Omnilibro de Reactores Químicos*. Ed. Reverté
- MITTAL, G.S. (1992). *Food Biotechnology*. Technomic Publish, Co.
- QUINTERO, R. (1981). *Ingeniería Bioquímica*. Ed. Alhambra

b) Bibliografia complementària:

- ATKINSON, B. (1975). *Biochemical Reactors*. Ed. Pion
- BAILEY, J.E.; OLLIS, D.F. (1986). *Biochemical Engineering Fundamentals*. Ed. McGraw-Hill
- BLANC, H.W. ; CLARK, D.S. (1996). *Biochemical Engineering*. Ed. Marcel Dekker, New York
- LEE, J.M. (1991). *Biochemical Engineering*. Ed. Prentice Hall
- VAN'T RIET, TRAMPER, J. (1991). *Basic Bioreactor design*. Ed. Marcel Dekker, New York

7. METODOLOGIA

Al inici del curs als alumnes se'ls hi dona una col·lecció de problemes. Per cada un dels temes es realitzaran les sessions teòriques, i un cop acabada l'exposició de la part teòrica del tema, es realitzaran les resolucions dels problemes de la col·lecció que els estudiants hauran intentat resoldre prèviament. A la classe de problemes els alumnes exposaran tots els dubtes que hagin tingut, i el professor incidirà en la resolució dels punts més importants. Així mateix, és obligatòria la presentació d'un treball individual sobre alguna de les aplicacions de reactors a la indústria alimentària. Pel que fa a les pràctiques de laboratori, es realitzaran en grups de tres persones, sent obligatori presentar un informe segons el model i directrius que es donaran durant el curs.

8. AVALUACIÓ DE L'APRENTATGE

Per l'avaluació d'aquesta assignatura es tindran en compte els exàmens, les pràctiques i el treball individual. Cada un dels exàmens consta de dues parts, una que avalua els coneixements teòrics i l'altra en que l'estudiant tindrà que resoldre problemes sobre les operacions bàsiques del programa. La part teòrica representa el 20% de la nota de l'examen, mentre que els problemes té un pes del 80% de l'examen. Com que hi ha dos exàmens, cada un d'ells tindrà un pes global del 40%. Per tal d'avaluar les pràctiques, els estudiants presentaran un informe de les pràctiques realitzades al laboratori, i el seu pes sobre la nota final serà d'un 10%. L'informe del treball individual sobre l'operació bàsica escollida representa un 10% sobre la nota final.

El valor de la nota final s'obté segons l'expressió:

$$NotaFinal = 0,8 \left[\sum_1^2 (0,2T_i + 0,8P_i) \right] + 0,1PR + 0,1TR$$

en la que T_i es la nota de teoria, P_i la de problemes de cada un dels exàmens, PR la nota de pràctiques i TR la corresponent al treball individual.

9. VOLUM DE TREBALL: TAULA 1. VOLUM DE TREBALL PREVIST PEL PROFESSOR

ASSIGNATURA: *Bioreactors* Crèdits ECTS: 6

	Descripció Tècnica	Activitat presencial Alumne		Activitat no presencial Alumne		Avaluació			Temps total (hores)	ECTS
		Objectius	Hores dedicació	Treball alumne	Hores dedicació	Procediment	Temps (hores)	Pes qualificació (%)		
Teoria	Classe magistral (Aula)	Explicació dels principals conceptes	20	Estudi: Conèixer, comprendre i sintetitzar coneixements	30	Proves escrites sobre la teoria del programa de l'assignatura	8	16	51	1,7
Problemes i casos	Classe participativa (Aula)	Resolució de problemes i casos	40	Aprendre a resoldre problemes i casos	56	Proves escrites sobre problemes i casos explicats a l'Aula		66	103	3,43
Seminari	Classe participativa (Grups reduïts)	Realització d' activitats de discussió o aplicació		Resoldre problemes i casos. Discussions		Proves escrites o orals				
Laboratori	Pràctica de Laboratori (Grups reduïts)	Execució de la pràctica: com prendre fenòmens, mesurar	5	Realitzar memòria	8	Lliurament de memòries. Proves escrites o orals	1	10	14	0,47
Aula d' informàtica	Pràctica d'aula d'informàtica (Grups reduïts)	Execució de la pràctica: com- prendre fenòmens, mesurar		Realitzar memòria		Lliurament de memòries. Proves escrites o orals				
Pràctiques de camp	Pràctica de camp	Execució de la pràctica: com- prendre fenòmens, mesurar		Realitzar memòria		Lliurament de memòries. Proves escrites o orals				
Visites	Visita a explotacions o indústries	Realització de la visita		Realitzar memòria		Lliurament de memòries. Proves escrites o orals				
Activitats dirigides	Treball de l'alumne (individual)	Orientar a l'alumne en el treball (en horari de tutories)	1	Realitzar un treball bibliogràfic, pràctic, etc.	10	Lliurament del treball	1	10	12	0,4
Totals			66		104		10		180	6

10. FITXA TÈCNICA ASSIGNATURA

Nom de l'assignatura: Bioreactors	
Número de crèdits Pla 2001: 7,5	Número de crèdits ECTS: 6
Caràcter (troncal T, obligatòria Ob, optativa Op): T	
Titulació: Llicenciatura en Biotecnologia	Departament: Tecnologia Aliments
Quadrimestre: 1er	Idioma: Català
Pàgina web:	Dossier electrònic (Si/No): No
Professor coordinador: Albert Ibarz Ribas	e-mail: aibarz@tecal.udl.es
	e-mail:

OBJECTIUS (màxim 3 línies)

Adquirir els coneixements bàsics dels bioreactors que es poden aplicar a la indústria. Utilitzar els models matemàtics per calcular diferents tipus de reactors ideals i de flux no ideal, per reaccions enzimàriques i microbianes. Saber realitzar el canvi d'escala.

METODOLOGIA DOCENT (abreujada, màxim 4 línies)

Una part serà l'exposició del contingut teòric de l'assignatura. Es farà molta incidència en la resolució de problemes numèrics que representen casos que es poden donar a la pràctica. També es realitzaran pràctiques de laboratori en grups de tres alumnes, i a més l'alumne tindrà que realitzar un treball individual.

METODOLOGIA D'AVUACIÓ (ponderació activitats)

Examen de teoria i problemes. Elaboració d'un informe de pràctiques i del treball individual
La nota global es trobarà donant la següent ponderació:

Examen de teoria:	16 % (8% cada examen)
Examen de problemes:	64 % (32% cada examen)
Informe de pràctiques:	10 %
Informe treball individual:	10 %

PROGRAMA DE CONTINGUT

Teòric (Posar només títol dels temes)

- 1.- Introducció als bioreactors
- 2.- Reactor intermitent
- 3.- Reactor en flux de pistó
- 4.- Reactor tanc agitat de mescla perfecta
- 5.- Bioreactors multifàsics
- 6.- Reactors enzimàtics
- 7.- Reactors microbianes
- 8.- Reactors amb biocatalitzadors immobilitzats
- 9.- Models de flux i de contacte
- 10.- Canvi d'escala

Pràctic (Posar només els grans grups i tipus d'activitat)

- 1.- Obtenció de la funció distribució E_t
- 2.- Tractament enzimàtic de solucions pèctiques.

OBSERVACIONS