

## Aspectos generales

Título:	Curso Avanzado de Ingeniería Bioquímica
Semestre:	2025-2
Sede:	Instituto de Biotecnología
Horario:	Lunes y viernes de 10 a 12 hrs
No. sesiones:	44
Duración de la sesión:	2.00
Cupo total:	12

## Tutor responsable

Nombre:	LEOBARDO SERRANO CARREON
Entidad:	Instituto de Biotecnología
Email:	<a href="mailto:leobardo.serrano@ibt.unam.mx">leobardo.serrano@ibt.unam.mx</a>
Teléfono:	5556 22 76 30

## Métodos de evaluación

MÉTODO	CANTIDAD	PORCENTAJE
Caso de estudio	14	30%
Exámenes	4	50%
Participación en clase	26	20%

## Integrantes

INTEGRANTE	ROL	HORAS	ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA
LEOBARDO SERRANO CARREON	Responsable	28.00	
AGUSTÍN LÓPEZ MUNGUÍA CANALES	Profesor invitado (MDCBQ)	4.00	
DANIELA MORALES SÁNCHEZ	Profesor invitado (MDCBQ)	12.00	
EDMUNDO CASTILLO ROSALES	Profesor invitado (MDCBQ)	6.00	
ENRIQUE GALINDO FENTANES	Profesor invitado (MDCBQ)	12.00	
MARCELA AYALA ACEVES	Profesor invitado (MDCBQ)	6.00	
OCTAVIO TONATIUH RAMÍREZ REIVICH	Profesor invitado (MDCBQ)	12.00	
AGUSTÍN LUNA BULBARELLA	Profesor invitado (Externo)	8.00	
		<b>88/88</b>	

## Introducción

La bioingeniería se puede definir como la aplicación de las diversas ramas de la ingeniería, incluida la ingeniería mecánica, eléctrica y química, a los sistemas biológicos, incluidos los relacionados con la medicina. A través de tal comprensión cuantitativa, la ingeniería bioquímica tiene como objetivo central generar productos a los menores costos posibles y de la mejor calidad mediante bioprocesos que rindan la mayor productividad y que sean consistentemente reproducibles lote tras lote. Este curso está destinado a estudiantes interesados en comprender los conceptos fundamentales que permitan adquirir las aptitudes básicas para abordar los conceptos de cinética microbiana y su modelamiento. En ese sentido, no se supone ningún conocimiento previo de ingeniería química.

El curso busca cerrar la brecha de conocimiento y experiencia para los estudiantes formados o en formación en microbiología, biología molecular, biotecnología y disciplinas afines que estén interesados en cómo los descubrimientos biológicos pueden transformarse en productos y servicios comerciales. De acuerdo con este objetivo general, la biología básica no se cubre en este curso, ya que se asume una base de microbiología. Por otra parte, aunque la mayoría de los temas abordados se presentan cuantitativamente, se dará prioridad a minimizar el uso de matemáticas complejas que pueden estar más allá de la zona de comodidad de los alumnos que no son de ingeniería.

## Objetivos

El curso está dividido en cuatro módulos. El primer módulo está dedicado a entender los conceptos asociados con el diseño de fermentadores y transferencia de masa. El segundo módulo aborda el control de los bioprocesos así como las herramientas básicas para lograr transformar procesos desarrollados a escala de laboratorio a un nivel planta piloto y/o comercial de una manera reproducible tanto cualitativa como cuantitativamente (validación). En el tercer módulo se estudiarán los procesos de purificación, introduciendo los conceptos básicos para evaluar las necesidades de purificación y la eficiencia de ésta (balances de materia, criterios de pureza) así como los fundamentos de las operaciones más comunes en la purificación de productos de interés (células, proteínas, compuestos orgánicos). Finalmente el cuarto módulo consiste en un taller experimental (caso de estudio), de una semana de duración, donde los alumnos realizarán prácticas experimentales donde consolidarán los conceptos abordados en los tres primeros módulos. Se llevarán a cabo prácticas para el estudio del efecto de la agitación (potencia volumétrica) sobre el coeficiente volumétrico de transferencia de oxígeno (K<sub>La</sub>). Así mismo, se llevará a cabo una práctica cuyo objetivo es establecer un sistema de control automático (PID) de oxígeno disuelto en un biorreactor con un cultivo de levadura. Finalmente, se llevará a cabo una evaluación de dos sistemas de purificación de una proteína recombinante en donde se llevarán a cabo los balances de masas para calcular los rendimientos de purificación y los factores de purificación de cada proceso. Por tal razón, este módulo también involucra una sesión de presentación de análisis y discusión de resultados por parte de los alumnos.

## Temario

### Modulo I Diseño del fermentador

*Conceptos fundamentales* (3 sesiones) *Dra Daniela Sánchez Morales*

Lunes 27 de Enero & Viernes 31 de Enero, Viernes 7 de Febrero

1. Líquidos no gaseados
2. Líquidos gaseados
3. Mezclado de líquidos en tanque agitado
4. Suspensión de sólidos en tanque agitado
5. Requerimientos de potencia en líquidos no newtonianos

*Transferencia de masa gas-líquido en fermentadores* (6 sesiones) *Dr Enrique Galindo Fentanes*

Lunes 10 de Febrero, Viernes 14 de Febrero, Lunes 17 de Febrero, Viernes 21 de Febrero, Lunes 24 de Febrero, Viernes 28 de Febrero

1. Conceptos básicos de transferencia de masa
2. Mediciones del área interfacial
3. Correlaciones para  $a$  y  $D_{32}$
4. Hold up
5. Mediciones del Coeficiente volumétrico de transferencia de oxígeno (k<sub>La</sub>)
6. Correlaciones para k<sub>L</sub> a
7. Efecto de los electrolitos
8. Presencia de células
9. Efectos de antiespumantes y tensoactivos
10. k<sub>La</sub> en emulsiones
11. k<sub>La</sub> en líquidos no newtonianos
12. Velocidad de consumo de oxígeno (OUR) & Velocidad de transferencia de oxígeno (OTR)

*Primer examen parcial:* Lunes 3 de Marzo. *Dr. Leobardo Serrano Carreón*

### Modulo 2 Fundamentos de escalamiento y control de bioprocesos

*Criterios de Escalamiento de bioprocesos* (3 sesiones) *Dra Daniela Sánchez Morales*

Viernes 7 de Marzo, Lunes 10 de marzo, Viernes 14 de Marzo,

1. Tiempo de mezclado (T<sub>m</sub>)
2. Potencia volumétrica (P/V)
3. Coeficiente volumétrico de transferencia de oxígeno (k<sub>La</sub>)
4. Velocidad de transferencia de oxígeno (OTR)
5. Escalamiento descendente

*Control de Bioprocesos* (6 sesiones) *Dr. Octavio T. Ramírez Reivich*

Viernes 21 de Marzo, Lunes 24 de Marzo, Viernes 28 de Marzo, Lunes 31 de Marzo, Viernes 4 de Abril, Viernes 11 de Abril

1. Principios del control de bioprocesos
2. Algoritmos para el control de variables
3. Control de pH y temperatura
4. Control de oxígeno disuelto
5. Coeficiente respiratorio
6. pH Stat & DO Stat

Segundo examen parcial: Lunes 21 de Abril. Dr. Leobardo Serrano Carreón

### Modulo 3 Procesos de separación y purificación (8 sesiones)

Viernes 25 de Abril, Lunes 28 Abril, Viernes 2 de Mayo, Lunes 5 de Mayo, Viernes 9 de Mayo, Lunes 12 de Mayo, Viernes 16 de Mayo, Lunes 19 de Mayo

1. Introducción a los procesos de separación. Dr. Agustín López-Munguía Canales, Viernes 25 de Abril Lunes 28 de Abril
2. Separación sólido-líquido (filtración, centrifugación). Dr Edmundo Castillo Rosales, Viernes 2 de Mayo
3. Ruptura celular. Dr Edmundo Castillo Rosales, Lunes 5 de Mayo
4. Extracción mono y multi etapa. Dr Edmundo Castillo Rosales, Viernes 9 de Mayo
5. Adsorción (Isotermas y operación). Dra Marcela Ayala Aceves, Lunes 12 de Mayo
6. Purificación (Precipitación, cromatografía, electroforesis, membranas de separación). Dra Marcela Ayala Aceves, Viernes 16 de Mayo
7. Balances de masa (Rendimiento y factor de purificación). Dra Marcela Ayala Aceves, Lunes 19 de Mayo

Tercer examen parcial: Viernes 23 de Mayo. Dr. Leobardo Serrano Carreón

### Modulo 4 Caso de Estudio (14 sesiones)

Lunes 26 al viernes 30 de Mayo

Taller que comprende 14 sesiones de actividad experimental que implica:

1. Determinación de  $K_{La}$  en función de  $P/V$ . Dr. Agustín Luna Bulbarella ( 2 sesiones )
2. Estimación de constantes de control de oxígeno disuelto en fermentación. Dr. Agustín Luna Bulbarella ( 2 sesiones ).
3. Separación y purificación de penicilina-amidasa de un caldo de fermentación (Choque osmótico, homogenización, cromatografía y electroforesis). Dr. Leobardo Serrano Carreón (8 sesiones).
4. Balances de materia (rendimiento y factor de purificación). Dr. Leobardo Serrano Carreón (2 sesiones).

Presentación de análisis de resultados del modulo 4. Dr. Leobardo Serrano Carreón. Lunes 2 de Junio.

### Bibliografía

- Katoh, S., Horiuchi J., Yoshida F. 2015. Biochemical Engineering: A textbook for Engineers, chemist and biologists. 2nd Ed. Wiley-VCH Verlag GMBH & Co. ISBN: 978-3-527-33804-7 . 303 pp.
- Vogel, H.C., Todaro, C.M. 2014. Fermentation and Biochemical Engineering Handbook: Principles, Proces Design and Equipment. 3rd Edition. Elsevier. ISBN: 978-1-4557-2553-3. 422 pp.
- Dutta, R. Fundamentals of Biochemical Engineering. Springer. ISBN 978-3-540-779fYJ-I . 292 pp.
- Doran, P. 2013. Bioprocess Engineering Principles. 2nd Edition. Academic Press Limited, Elsevier Science, UK. ISBN 978-0-12-220851-5. 852 pp.
- Shuler M, Kargi F. (2002) Bioprocess Engineering, Basic concepts. 2nd Edition. Prentice Hall International, NY. USA.
- Rehm, H.J., Reed, G. 1993. Biotechnology. Volume 3: Bioprocessing. 3rd Edition. VCH. New York, USA. ISBN: 1-56081-153-6. 816 pp.