

1. Nombre de la asignatura. Ingeniería Bioquímica

2. Créditos: 14

3. Objetivo de la asignatura. Al finalizar el curso el estudiante debe:

- Conocer los factores físicos, químicos y biológicos que controlan los bioprocesos;
- Conocer la metodología para evaluar un bioproceso;
- Conocer como operar, diseñar y optimizar un bioproceso mediante el manejo de los factores controlantes;
- Relacionar el bioproceso con otras etapas del proceso industrial.

4. Metodología de enseñanza.

La metodología utilizada promoverá la integración de las propiedades y principios de los sistemas biológicos con la metodología y estrategia de la Ingeniería Química. El curso comprenderá: a) clases teóricas, b) clases de resolución de problemas y discusión de situaciones prácticas y c) el estudio y análisis de un caso práctico. La actividad c) podrá incluir experimentación.

La distribución horaria será la siguiente:

Clase	Dedicación, h
Parte teórica	44
Problemas	12
Parte práctica	28
Total	84

5. Temario.

1. Tecnología de enzimas

1.1 Enzimas: conceptos básicos.

Estructura. Propiedades. Concepto de actividad enzimática y su medida. Clasificación y nomenclatura. Estrategia de producción, recuperación, purificación y formulación en relación al uso del catalizador. Inmovilización de enzimas. Aplicación de enzimas como catalizadores de procesos.

1.2 Utilización de Enzimas como Catalizadores de Procesos

Cinética enzimática: generalidades. Factores que influyen en la velocidad de reacción enzimática. Modelo de Michaelis-Menten Otros modelos cinéticos. Inhibición. Activación. Desactivación. Efectos ambientales: pH y temperatura. Cinética de enzimas inmovilizadas. Cinética intrínseca, inherente y aparente. Efectos de partición. Restricciones difusionales.

1.3 Reactores enzimáticos

Tipo de reactores y fundamentos de diseño. Criterios de selección de un reactor. Diseño análisis de diferentes sistemas de reactores enzimáticos. Aplicaciones industriales

2 Tecnología de las fermentaciones

2.1 Cinética del cultivo de microorganismos

Parámetros del crecimiento. Estimación de biomasa. Cinética del crecimiento en cultivo líquido por lotes. Factores que afectan la velocidad de crecimiento: temperatura, pH, concentración de sustrato, concentración de producto, múltiples sustratos. Modelos cinéticos. Modelo de Monod. Velocidades específicas de consumo de sustrato y de formación de producto. Velocidad de metabolismo endógeno y de mantenimiento. Velocidad de muerte celular. Rendimientos de sustrato en biomasa y producto. Eficiencia del crecimiento celular. Estequiometría del crecimiento celular y formación de producto. Balance de materiales para el crecimiento. Cinética de la utilización de sustrato y formación de producto.

2.2 Diseño y análisis de fermentadores: aspectos básicos

Definición, conceptos básicos y aspectos tecnológicos. Clasificación de fermentadores. Descripción general de los diferentes tipos de fermentador. Metodología de diseño y análisis. Criterios para la selección de un fermentador. Ecuaciones y variables involucradas. Ecuaciones generales. Ecuaciones de balance de materiales. Ecuaciones cinéticas. Ecuaciones termodinámicas.

2.3 Fermentadores continuos y alimentados por lotes

Fermentador continuo tipo tanque agitado. Quimiostato de Monod. Fermentadores con realimentación celular. Fermentadores con células inmovilizadas. Fermentadores de lotes alimentados (fed-batch). Ejemplos.

2.4 Fermentaciones sobre sustratos sólidos (FSS)

Definición, conceptos básicos y aspectos tecnológicos. Factores que controlan el proceso. Transferencia de masa y calor en FSS. Biorreactores.

3 Esterilización de medios de cultivo, aire y equipo

3.1 Esterilización de medios de cultivo y equipo

Objeto de la esterilización. Criterios generales para la prevención de la contaminación microbiana. Métodos de esterilización. Esterilización por calor. Velocidad de muerte térmica de microorganismos. Modelos cinéticos. Diseño de la esterilización de un medio de cultivo por calor. Criterios de diseño. Esterilización por lotes. Perfil tiempo-temperatura. Esterilización continua. Efecto del modelo de flujo sobre la eficiencia. Filtración. Esterilización de equipos por calor. Pruebas de asepsia y esterilidad.

3.2 Esterilización de aire

Generalidades. Medida de la contaminación microbiana del aire. Métodos de esterilización. Esterilización por filtración. Eficiencia de un filtro. Tipos de filtros: descripción general y operación. Mecanismos de remoción de partículas microbianas. Criterios para la selección de un filtro. Pruebas de control de un filtro. Cámaras de seguridad biológica.

4 Fenómenos de transferencia en reactores biológicos

4.1 Conceptos básicos. Transferencia de masa en sistemas gas-líquido en cultivos celulares. Demanda y suministro de oxígeno. Consumo celular de oxígeno: estequiometría y cinética. Relación entre consumo de oxígeno y crecimiento celular. Efecto de la concentración de oxígeno sobre el cultivo microbiano. Concentración crítica de oxígeno.

4.2 Sistemas usados para la transferencia de oxígeno Tipo de aireadores. Medida de las velocidades de transferencia de oxígeno Medida experimental del coeficiente volumétrico de transferencia de oxígeno. Factores que afectan el coeficiente volumétrico de transferencia de oxígeno. Agitación. Sistemas usados. Potencia. Coeficiente volumétrico de transferencia de oxígeno y parámetros asociados (hold-up, área interfásica, diámetro de burbuja, consumo de potencia) en sistemas agitados y no agitados. Metodología de diseño de un sistema de aireación.

4.3 Transferencia de calor. Generación de calor del crecimiento celular: rendimiento y velocidad. Balance de calor. Correlaciones.

5 Desarrollo e implementación industrial de bioprocesos

5.1 Métodos experimentales

Objeto. Etapas. Metodología. Selección de cepa. Inóculo. Optimización del medio de cultivo. Factores y respuestas de un bioproceso. Aspectos económicos. Experimentación usando matraces agitados y fermentador de laboratorio.

5.2 Cambio de escala de fermentadores

Objeto del cambio de escala. Número de etapas. Criterios de escalado. Comparación de criterios. Ejemplos.

5.3 Construcción de equipos y operación aséptica

Criterios para la construcción de equipos. Materiales de construcción, criterios de selección. Construcción de fermentadores y componentes auxiliares: sistema de agitación, acoples, sellos, cañería, válvulas. Inoculación aséptica. Muestreo aséptico.

5.4 Instrumentación y control

Objeto. Tipo de variables. Medias en línea y fuera de línea. Características de los sensores que se usan en bioprocesos. Medida de variables de control. Sensores para medida de variables ambientales. Sensores para medida de componentes del medio de cultivo. Análisis de gases. Medida de variables de estado. Estrategias de control de bioprocésos.

5.5 Recuperación de producto

Importancia económica. Etapas. Recuperación de células y sólidos. Ruptura celular. Precipitación. Extracción por solvente. Sorción. Métodos cromatográficos. Electroforesis. Filtración: tecnología de membranas.

6. Bibliografía.

Bibliografía básica:

- 1 James E. Bailey, David F. Ollis. Biochemical Engineering Fundamentals. 2nd edition. McGraw-Hill Co., New York, 1986.
- 2 Arnold L. Demain, Nadine A. Solomon (editores). Manual of Industrial Microbial and Biotechnology. American Society for Microbiology, Washington, 1986.
- 3 Daniel I.C. Wang, Charles L. Cooney, Arnold L. Demain, Peter Dunnill, Arthur E. Humphrey, Malcolm D. Lilly. Fermentation and Enzyme Technology. J. Wiley & Sons, New York 1979.
- 4 Suichi Aiba, Arthur E. Humphrey, Nancy F. Millis. Biochemical Engineering. 2nd edition, Academic Press, New York, 1973.
- 5 S. John Pirt. Principles of Microbe and Cell Cultivation. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1975.
- 6 James M. Lee. Biochemical Engineering. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1992.
- 7 John E. Smith, David R. Berry, Bjorn Kristiansen. The Filamentous Fungi. Volume 4. Fungal Technology. Edward Arnold, London, 1983.

Bibliografía complementaria:

Artículos de revistas científicas especializadas, por ejemplo:

- Applied Microbiology and Biotechnology
- Biotechnology and Bioengineering
- Biotechnology Letters
- Enzyme and Microbial Technology
- Environmental and Applied Microbiology
- Process Biochemistry
- Trends in Biotechnology

7. Conocimientos previos recomendados.

Se requieren conocimientos previos de microbiología, bioquímica, fenómenos de transporte, reactores químicos, transferencia de momento, calor y masa.

Nota: La asignatura corresponde a la Materia “Ingeniería de Procesos Químicos y Biológicos” de la carrera de Ingeniería Química.

En forma de Anexo:

1) Cronograma tentativo.

Tema - Teóricos	
1	Clase inaugural
	Experimentación en Ingeniería Bioquímica
2	Cinética de fermentaciones
	Cinética de fermentaciones
3	Diseño y análisis de biorreactores
	Diseño y análisis de biorreactores
4	Diseño y análisis de biorreactores
	Diseño y análisis de biorreactores
5	Diseño y análisis de biorreactores (FSS)
	Problemas (Cinética – Biorreactores)
6	Fenómenos de transporte en biorreactores
	Fenómenos de transporte en biorreactores
7	Fenómenos de transporte en biorreactores
	Problemas (Fenómenos de transporte)
8	Clase de consulta (Primer parcial)
	Primer parcial
9	Esterilización (medio de cultivo)
	Esterilización (medio de cultivo)
10	Esterilización (aire y equipos)
	Problemas (esterilización)
11	Tecnología de enzimas
	Tecnología de enzimas
12	Tecnología de enzimas
	Problemas (Tecnología de enzimas)
13	Operación aséptica
	Construcción de equipos
14	Escalado
	Problemas (escalado)
15	Instrumentación y control
	Recuperación de producto
16	Clase de consulta (Segundo parcial)
	Segundo parcial

2) Modalidad del curso y procedimiento de evaluación.

El curso se aprueba cuando se satisfacen los siguientes requisitos:

- **Asistencia a las clases de asistencia controlada establecidas para el estudio del caso práctico**

Asistencia mínima 80%

- **Aprobación de la parte práctica.**

Nota ≥ 6

- **Aprobación de controles de evaluación**

La evaluación del curso será realizada mediante dos pruebas que totalizarán 100 puntos. Los parciales se efectúan sobre todos los temas tratados en las partes: teórica y práctica del curso. De los resultados obtenidos por el estudiante en estas pruebas surgirán tres posibilidades:

- a) Si suma menos de 25 puntos pierde la asignatura
- b) Si suma 60 o más puntos aprueba totalmente la asignatura
- c) Si suma 25 o más puntos pero menos de 60 puntos, deberá rendir examen en dos únicas instancias, en los períodos de julio y/o febrero inmediatamente siguientes. Finalizadas estas dos instancias, si el estudiante no aprobó el examen deberá recursar la asignatura.

3) **Previaturas:** Para cursar la asignatura se requerirá: el curso de Introducción a la Ingeniería Bioquímica, Transferencia de calor y masa 2, Ingeniería de las Reacciones Químicas 2. 277
0.68 970

Aprobado por Res. de Consejo de la Facultad de Ingeniería de fecha 8.3.2004. Exp. 060170-000078-04.-