



Programa de la asignatura:

Ingeniería de biorreactores II

i

Información general
de la asignatura



DCSBA



BIOTECNOLOGÍA



Información general de la asignatura

Nombre de la asignatura	Semestre	Bloque	Módulo
Ingeniería de biorreactores II	Sexto	1	3

Claves de la asignatura
BIB2

Clasificación de horas	
Nombre	Horas por semestre
Horas con docente	72
Horas de estudio independiente	30
Horas presenciales	0
Total de horas de estudio	102
Créditos SATCA	
Créditos por asignatura	6



Índice

Presentación.....	3
Propósito.....	5
Competencias a desarrollar.....	7
Temario.....	9
Metodología de trabajo.....	11
Evaluación.....	14
Fuentes de consulta.....	16



Presentación



Para continuar con el proceso de formación del estudiante y extender el conocimiento adquirido en la asignatura de Ingeniería de Biorreactores I, donde realizaste el diseño de un biorreactor de membrana y que para lograr esto, se analizaron las características físicas de un biorreactor o fermentador, los elementos físicos y biológicos que lo componen, la revisión de la teoría enzimática, modelos de crecimiento microbiano; así como la aplicación y utilización de los biorreactores en distintos campos industriales. Ahora en la asignatura de Ingeniería de Biorreactores II, se estudiarán las bases conceptuales y ecuaciones matemáticas utilizadas para el diseño de biorreactores tales como: biorreactores anaerobios semicontinuos, fermentadores específicos para producción de bioetanol, biodiscos y fotobiorreactores utilizados para producir hidrógeno; así como para el cultivo de microalgas oleaginosas. Además, se analizarán los métodos de escalabilidad y, finalmente, se desarrollará un criterio que permita evaluar la factibilidad de dicha escalabilidad en un bioproceso.

Ingeniería de Biorreactores II se imparte en el sexto semestre de la Ingeniería de Biotecnología y se relaciona con las asignaturas de Bioquímica, Balance de



materia y energía, Fenómenos de transporte e Ingeniería de Biorreactores I, las cuales ya se han revisado; así como con Ingeniería en Bioprocesos I y II.

En la Unidad 1, revisaremos las características y estructura de un Reactor Biológico Rotativo o “Biodiscos”; así como la función, características y estructura de las biopelículas o biofilms. Asimismo, se revisarán las ecuaciones de diseño de procesos y escalamiento de biopelículas y de biofiltros. Para la Unidad 2, se analizarán las características de los reactores enzimáticos, los métodos de inmovilización enzimática, sus aplicaciones y efectos; así como la clasificación de los biorreactores enzimáticos.

Mientras que en la Unidad 3, se describen los fundamentos teóricos y los parámetros de diseño de biorreactores específicos de importancia tecnológica actual, tales como: biorreactores anaerobios semicontinuos, fermentadores y fotobiorreactores para producción de biohidrógeno y microalgas oleaginosas.

En la Unidad 4, se reconocerán los fundamentos de los modelos y factibilidad de escalamiento de biorreactores; así como proponer una proyección de un bioproceso.



Propósito



En la actualidad, la biotecnología juega un papel trascendental en diversas áreas del conocimiento y del desarrollo tecnológico. Una de las tendencias mundiales para el desarrollo sostenible, implica el impulso de mecanismos que permitan la salva guarda del ambiente, y por supuesto, la generación de bioenergéticos que favorezcan el desarrollo de todo país, por lo que, el papel del biotecnólogo en esta área es de vital importancia.

En este sentido, una de las principales tareas que realizarás, será el dimensionado de biorreactores que permitan la transformación de ciertas materias primas en productos de interés. Por ello, deberás desarrollar la capacidad para resolver interrogantes tales como: ¿qué tipo de equipo se necesita? ¿qué condiciones de operación (temperatura, presión, velocidades de flujo) se aplicarán? ¿qué material se empleará en el diseño?, entre otras.

Por consiguiente, el desarrollo de esta asignatura te permitirá:

- Identificar los elementos que componen un Reactor Biológico Rotativo.
- Distinguir los diferentes tipos de reactores de biopelícula.
- Explicar la transferencia de oxígeno.
- Aplicar las ecuaciones de diseño de escalamiento de biodiscos.
- Analizar los fundamentos del diseño de un fermentador.
- Identificar las características de los reactores enzimáticos
- Diferenciar los métodos de inmovilización enzimática.
- Distinguir los biorreactores homogéneos y heterogéneos.
- Identificar las características de biorreactores anaerobios semicontinuos.
- Distinguir los tipos de sustratos utilizados en la fermentación del bioetanol.



- Diferenciar la aplicación de los fotobiorreactores en la generación de productos.
- Identificar los parámetros de diseño de escalamiento de diferentes tipos de biorreactores.
- Analizar los fundamentos del escalamiento de biorreactores.
- Diferenciar los modelos de escalabilidad.
- Proyectar el escalamiento de un biorreactor y su factibilidad.



Competencias a desarrollar



Competencia general

Proyectar el escalamiento de un biorreactor enzimático, para determinar la factibilidad de la aplicación de éste a nivel industrial, mediante el análisis los parámetros y la utilización de ecuaciones de diseño de biorreactores.

Competencias específicas de unidad

- | | |
|-----------------|--|
| Unidad 1 | Analizar las características de los procesos de biopelículas, para el escalamiento de biodiscos, mediante la aplicación de ecuaciones matemáticas de diseño de biorreactores. |
| Unidad 2 | Distinguir los biorreactores homogéneos y heterogéneos, para identificar la velocidad en que las enzimas afectan producto industrial, mediante la revisión de los métodos de inmovilización enzimática. |
| Unidad 3 | Analizar las características de biorreactores específicos, para identificar los parámetros de diseño, mediante la revisión de la aplicación de éstos en la industria. |



Unidad 4

Proyectar el escalamiento de un biorreactor, para identificar la factibilidad de éste en la industria, mediante la distinción de los modelos de escalamiento de biorreactores.



Temario

Unidad 1. Reactor biológico rotativo “biodiscos”

- 1.1 Sistema de cultivo fijo “Biodiscos” y Biopelículas
 - 1.1.1 Características del Reactor Biológico Rotativo “Biodiscos”
 - 1.1.2 Características de las Biopelículas o biofilms
 - 1.1.3 Tipos de reactores de biopelícula o biofilm
 - 1.1.4 Transporte y reacción dentro de la biopelícula o biofilm
 - 1.1.5 Materiales soporte de la biopelícula o biofilm
 - 1.1.6 Transferencia de oxígeno
- 1.2 Diseño de biopelículas y su aplicación
 - 1.2.1 Ecuación general para el diseño de procesos de biopelícula
 - 1.2.2 Ecuación de diseño de biofiltros
 - 1.2.3 Escalamiento de biodiscos

Unidad 2. Reactores enzimáticos

- 2.1 Inmovilización enzimática
 - 2.1.1 Características de los reactores enzimáticos
 - 2.1.2 Ventajas e inconvenientes de la inmovilización enzimática
- 2.2 Métodos de inmovilización enzimática
 - 2.2.1 Retención física
 - 2.2.2 Unión química
- 2.3 Aplicaciones y efectos de la inmovilización enzimática
 - 2.3.1 Aplicaciones de las enzimas inmovilizadas
 - 2.3.2 Elección del método de inmovilización
 - 2.3.3 Efectos en la estabilidad y en la actividad enzimática
- 2.4 Biorreactores enzimáticos
 - 2.4.1 Biorreactores homogéneos
 - 2.4.2 Biorreactores heterogéneos

Unidad 3. Diseño y funcionamiento de Biorreactores específicos

- 3.1 Biorreactores anaerobios
 - 3.1.1 Biodigestión anaerobia
 - 3.1.2 Componentes y materiales de un biorreactor anaerobio
 - 3.1.3 Parámetros de diseño de una planta de biodigestión anaerobia



- 3.2 Fermentadores para producción de bioetanol
 - 3.2.1 Fermentación a partir de carbohidratos, materiales amiláceos y hemicelulósicos.
 - 3.2.2 Componentes y materiales de un fermentador
 - 3.2.3 Parámetros de diseño de un fermentador

- 3.3 Fotobiorreactores para producción de biohidrógeno
 - 3.3.1 Mecanismos de producción de biohidrógeno
 - 3.3.2 Diseño para la obtención de hidrógeno por biofotólisis indirecta
 - 3.3.3 Parámetros de diseño para la biofotólisis indirecta

- 3.4 Fotobiorreactores para cultivo de microalgas oleaginosas
 - 3.4.1 Bioproceso para generación de microalgas
 - 3.4.2 Componentes y materiales de un fotobiorreactores para cultivo de microalgas oleaginosas
 - 3.4.3 Parámetros de diseño para el cultivo de microalgas oleaginosas

Unidad 4. Escalamiento de Biorreactores

- 4.1 Fundamentos de escalabilidad de biorreactores
 - 4.1.1 Definición de escalamiento
 - 4.1.2 Definición de planta piloto

- 4.2 Modelos de escalabilidad
 - 4.2.1 Fenomenológico
 - 4.2.2 Empírico
 - 4.2.3 De similaridad
 - 4.2.4 Análisis dimensional

- 4.3 Factibilidad de la escalabilidad
 - 4.3.1 Parámetros críticos de la escalabilidad
 - 4.3.2 Factibilidad



Metodología de trabajo



A continuación, se describe la metodología de trabajo y se dan los lineamientos generales bajo los cuales se trabajará la asignatura.

La metodología de enseñanza y evaluación será el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), así como la realización de prácticas teóricas y ejercicios, enfatizando la necesidad de la participación y cumplimiento del estudiante de forma ordenada y coordinada con el docente en línea para el logro de las competencias establecidas en la asignatura.

El uso del Aprendizaje Basado en Problemas, la realización de prácticas teóricas y ejercicios le permitirán al estudiante adquirir habilidades y conocimientos que propicien aprendizajes significativos que le permitan enfrentar situaciones de su entorno en un contexto real, aplicando el conocimiento y conceptos que se van obteniendo a lo largo de la asignatura, además de propiciar el interés por el desarrollo sustentable de su medio y la preservación de los recursos naturales.

Durante el semestre se realizarán diversas actividades cuya finalidad es reforzar y aplicar los conocimientos revisados a lo largo del curso, lo cual le permitirá desarrollar las competencias señaladas en el programa. Es importante que las prácticas y ejercicios se realicen en su totalidad y en el momento señalado para que los estudiantes puedan evaluar sus avances o deficiencias con respecto a los temas indicados.

A lo largo del curso se trabajará con problemas prototípicos, mismos que serán orientados por el docente en línea.



Foro de dudas y consultas



En él podrás plasmar todas las inquietudes y cuestionamientos que te vayan surgiendo al momento de consultar los contenidos nucleares (materiales por unidad), así como al realizar las actividades y evidencia de aprendizaje. Tu docente en línea también podrá realizarte un diagnóstico de todos los conocimientos, relacionados con la asignatura, con los que cuentas, o bien, organizar equipos de trabajo si se requiere realizar una actividad en equipo con tus compañeros(as).

Planeación didáctica del docente en línea



Este espacio fue diseñado para que el docente en línea pueda plasmar y comunicar tanto las actividades determinadas para esta asignatura como las complementarias; éstas últimas te aportarán elementos para alcanzar la competencia específica, es decir, tu objetivo por unidad.

Es importante mencionar que deberás estar al pendiente de este espacio, porque el docente en línea puede comunicarse contigo y atender contingencias o problemáticas que vayan surgiendo en el semestre. Asimismo, te comunicará el diseño de cada una de las actividades que contribuirán a tu aprendizaje y asignar fechas de entrega, y que finalmente autogestiones tú tiempo requerido para esta asignatura, otra de las funciones de este espacio es que también te puede enviar material extra de consulta.

Autorreflexiones



Por otro lado, cuentas con la actividad Autorreflexiones, misma que podrás realizar mediante dos herramientas en el aula, un foro de consulta y una tarea. El docente en línea te formulará preguntas detonadoras en el foro para generarte una reflexión respecto a lo revisado en cada unidad, reflexión que podrás plasmar a través de un documento que, a su vez, podrás subir en la herramienta de tarea con el mismo nombre.



Asignación a cargo del docente en línea



Asimismo, cuentas con la pestaña de Asignación a cargo del docente en línea, en la cual podrás encontrar, debidamente configuradas, herramientas de tareas, cuyo número corresponderá al número de unidades determinadas por esta asignatura. En estas herramientas deberás subir las respuestas de las actividades complementarias determinadas y comunicadas por tu docente en línea mediante el foro de Planeación didáctica del docente en línea, y te permitirán abarcar conocimientos y habilidades para alcanzar las competencias establecidas en la asignatura.

Contenidos nucleares



Por último, no olvides consultar los contenidos nucleares que fueron seleccionados, determinados y desarrollados por un equipo docente para cada unidad, ya que estos contenidos nucleares son el conocimiento mínimo que debes aprender para poder realizar las actividades mencionadas anteriormente y así concluir con éxito la asignatura. ¡No dejes de hacerlo!



Evaluación



Para acreditar la asignatura se espera la participación responsable y activa del estudiante, contando con el acompañamiento y comunicación estrecha con su docente en línea, quien a través de la retroalimentación permanente evaluará de manera objetiva su desempeño.

En este contexto, la retroalimentación permanente es fundamental para promover el aprendizaje significativo y reconocer el esfuerzo. Es requisito indispensable la entrega oportuna de cada una de las tareas, actividades y evidencias, así como la participación en foros y demás actividades programadas en cada una de las unidades y conforme a las indicaciones dadas. Las rúbricas establecidas para cada actividad contienen los criterios y lineamientos para realizarlas, por lo que es importante que el (la) estudiante las revise antes de elaborar sus actividades.

Para este semestre, la evaluación se hará con base en las siguientes categorías:

Foro de presentación y dudas

En este espacio el grupo se integrará, se resolverán las dudas respecto a la asignatura y su evaluación.

Planeación didáctica del docente en línea

La planeación didáctica del docente en línea muestra de forma organizada, y en un solo momento, el diseño de las actividades e intervenciones que realizará el docente durante el desarrollo del curso en cada una de las unidades temáticas.

Foro holístico



En este espacio se espera que socialices y desarrolles tu objeto de investigación bajo el eje de problema prototípico, apoyándote en el contenido, así como en los recursos que se proponen.

Producto del foro holístico

Será el docente en línea quien diseñe los criterios generales del documento a entregar, el cual derivará de las ideas fuerza detectadas en el Foro holístico.

Evidencia de aprendizaje – EA

Dentro de la Planeación didáctica el docente en línea explicará la delimitación del problema prototípico y describirá, de forma general, sobre qué tratará la Evidencia de aprendizaje; así como el problema que se abordará. El docente proporcionará las instrucciones precisas sobre el formato en que entregarás dicho documento.

Autorreflexiones

En este espacio el docente es libre de proponer una actividad con el propósito de cubrir aquellos puntos que requieran de mayor profundidad. Es posible que se lancen algunas preguntas detonadoras o alguna actividad complementaria.

A continuación, se presenta el esquema general de evaluación.

Esquema de evaluación		
Evaluación continua	Actividades colaborativas	10 %
	Actividades individuales	30 %
E-portafolio	Evidencia de aprendizaje	40 %
	Autorreflexiones	10 %
Asignación a cargo del docente	Instrumentos y técnicas de evaluación propuestas por el docente en línea	10 %
CALIFICACIÓN FINAL		100 %



Fuentes de consulta



Tortora, G. J., Funke, B. R., Case, C. L. (2007). *Introducción a la microbiología*. 9a. Edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. ISBN: 978-950-06-0740-7.

Atkinson, B. (2002). *Reactores bioquímicos*. 2da. Reimpresión. Editorial Reverté. España. ISBN: 84-291-7009-X.

Nijaguna, B. T. (2002). *Tecnología de biogas*. 1era. Edición. Editorial New Age International Publishers. Nueva Delhi. ISBN: 81-224-1380-3.