



## Programa de asignatura por competencias de educación superior

### Sección I. Identificación del Curso

Tabla 1. Identificación de la Planificación del Curso.

|                          |                       |                        |                              |
|--------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------|
| <b>Actualización:</b>    | Marzo 18, 2025        |                        |                              |
| <b>Carrera:</b>          | Ingeniería Bioquímica | <b>Asignatura:</b>     | Ingeniería de fermentaciones |
| <b>Academia:</b>         | Bioquímica /          | <b>Clave:</b>          | 22SBQ19                      |
| <b>Módulo formativo:</b> | Tecnología bioquímica | <b>Seriación:</b>      | --                           |
| <b>Tipo de curso:</b>    | Presencial            | <b>Prerrequisito:</b>  | --                           |
| <b>Semestre:</b>         | Sexto                 | <b>Créditos:</b>       | 7.87                         |
| <b>Teoría:</b>           | 2 horas               | <b>Práctica:</b>       | 4 horas                      |
|                          |                       | <b>Horas semestre:</b> | 126 horas                    |
|                          |                       | <b>Trabajo indpt.:</b> | 1 hora                       |
|                          |                       | <b>Total x semana:</b> | 7 horas                      |

## Sección II. Objetivos educacionales

Tabla 2. Objetivos educacionales

| Objetivos educacionales                 |   | Criterios de desempeño  | Indicadores   |
|---|---|---|---|
| 1                                       | Supervisará y evaluará diversos procesos de producción relacionados con las áreas de alimentos, fármacos, biotecnología, veterinaria y agroalimentaria a nivel local y global, cuidando de preservar un enfoque sostenible. | Los egresados de ingeniería bioquímica, serán capaces de desarrollar, supervisar, controlar y optimizar los diferentes procesos de producción de materia prima o productos, químicos o bióticos.  | El 90 % de los egresados se desempeñarán como supervisores, jefes o gerentes de producción, en la industria química o biotecnológica.   |
| 2                                       | Será un profesionalista con habilidades para identificar problemáticas en el área de la bioquímica y generar propuestas de solución mediante actividades de investigación y emprendurismo.                                  | Los egresados aplicarán los conocimientos adquiridos en el análisis para la resolución de situaciones que se presenten en la industria farmacéutica, alimentaria, biotecnológica e industrias afines.   | El 90 % de los egresados se incorporarán en las diferentes industrias que involucren procesos, químicos y/o biotecnológicos.  |
| Atributos de egreso de plan de estudios |   | Criterios de desempeño  | Componentes   |
| 1                                       | Analizar y mejorar procesos de manufactura, producción de medicamentos, productos veterinarios, cosméticos, alimentarios, industriales y agroalimentarios que satisfagan necesidades especificadas.                         | Proporcionar los conceptos básicos de Ingeniería de fermentaciones para que el estudiante pueda interpretar la síntesis y reacciones de los compuestos químicos obtenidos a través de procesos fermentativos, así como su control y optimización. | 1. Introducción.<br>1.1 Definición de fermentación y biotecnología.<br>1.1.1 Biotecnología.<br>1.1.2 Historia y definición de la fermentación.<br>1.1.3 Ingeniería genética.<br>1.2 Metabolismo microbiano.<br>1.2.1 Catabolismo y anabolismo.<br>1.2.2 Fuente de carbono y nitrógeno.<br>1.3 Microorganismos de interés industrial.<br>1.3.1 Aislamiento.<br>1.3.2 Identificación.<br>1.3.3 Condiciones de cultivo.<br>1.4 Sustratos para la fermentación industrial.<br>1.4.1 Naturaleza química. |



Continuación: Tabla 2. Objetivos educacionales (continuación)

| No. | Atributos de egreso de plan de estudios | Criterios de desempeño | Componentes   |
|-----|---|------------------------|---|
|     |   |                        | <p>1.4.2 Obtención de los sustratos</p> <p>2. Fermentaciones.</p> <p>2.1 Tipos de fermentaciones.</p> <p>2.1.1 Fermentación alcohólica.</p> <p>2.1.2 Fermentación acética.</p> <p>2.1.3 Fermentación propiónica.</p> <p>2.1.4 Fermentación butírica.</p> <p>2.1.4 Fermentación láctica.</p> <p>2.1.5 Fermentación butanodiólica.</p> <p>2.2 Tipos de biorreactores.</p> <p>2.2.1 Biorreactor batch o por lotes.</p> <p>2.2.2 Biorreactor semicontinuo.</p> <p>2.2.3 Biorreactor continuo.</p> <p>2.2.4 Componentes de un biorreactor.</p> <p>2.2.5 Esterilización de un biorreactor.</p> <p>2.3 Cinéticas de fermentación.</p> <p>2.3.1 Definición de cinéticas de fermentación.</p> <p>2.3.2 Parámetros a considerar.</p> <p>2.3.3 Variables de respuesta.</p> <p>2.3.4 Técnicas analíticas.</p> <p>2.4 Recuperación de productos.</p> <p>2.4.1 Métodos físicos.</p> <p>2.4.2. Métodos químicos.</p> <p>2.4.3 Métodos biológicos.</p> <p>2.4.4 Purificación de productos de fermentación.</p> <p>2.4.5 Tratamiento de efluentes.</p> <p>3. Otros procesos fermentativos.</p> |



Continuación: Tabla 2. Objetivos educativos (continuación)

| No. | Atributos de egreso de plan de estudios | Criterios de desempeño | Componentes   |
|-----|---|------------------------|---|
|     |   |                        | <ul style="list-style-type: none"><li>3.1 Producción de proteínas recombinantes en microorganismos.<ul style="list-style-type: none"><li>3.1.1 Definición de proteínas recombinantes.</li><li>3.1.2 Microorganismos a utilizar.</li></ul></li><li>3.2 Otros procesos fermentativos.<ul style="list-style-type: none"><li>3.2.1 Vitaminas.</li><li>3.2.2 Antibióticos.</li><li>3.2.3 Surfactantes.</li></ul></li><li>3.3 Biodegradación y Biorremediación.<ul style="list-style-type: none"><li>3.3.1 Definición y aplicaciones de biodegradación.</li><li>3.3.2 Definición y aplicaciones de biorremediación.</li></ul></li></ul> |

### Sección III. Atributos de la asignatura

Tabla 3. Atributos de la asignatura

| Problema a resolver   |   |  |
|---|---|--|
| Proporcionar los conceptos básicos de Ingeniería de fermentaciones para que la y el estudiante pueda comprender los procesos fermentativos, los requerimientos que necesitan los microorganismos, sustratos, condiciones fisicoquímicas, construcción de cinéticas para que pueda proponer mejoras y optimización del proceso industrial. |   |  |
| Atributos (competencia específica) de la asignatura   |   |  |
| Conocer los conceptos básicos de Ingeniería de fermentaciones, interpretar y realizar los cálculos pertinentes de los flujos de materia y energía en transferencia de fluidos, en un determinado proceso industrial, para comprender las bases del diseño, análisis y optimización de procesos bioquímicos para que sean sostenibles.     |   |  |
| Aportación a la competencia específica  |   | Aportación a las competencias transversales  |
| Saber   | Saber hacer   | Saber Ser  |
| - Conocer los conceptos básicos de Ingeniería de fermentaciones para interpretar y realizar cálculos pertinentes en los procesos que involucren biorreactores y procesos fermentativos para comprender las bases del diseño, análisis y optimización de procesos bioquímicos para que sean sostenibles.                                   | - Aplicar los conceptos básicos de Ingeniería de fermentaciones, para proponer esquemas de trabajo en los bioreactores que involucren procesos fermentativos para comprender las bases del diseño, análisis y optimización de procesos bioquímicos para que sean sostenibles. | - Trabajar en forma cooperativa en equipo con responsabilidad, ética y respeto a las ideas de los demás, así como al medio ambiente. |
| Producto integrador de la asignatura, considerando los avances por unidad   |   |  |
| Proyecto integrador y/o portafolio de evidencias.   |   |  |

## Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.1. Desglose específico de la unidad "Introducción."

| <b>Número y nombre de la unidad:</b> 1. Introducción.  |   |  |   |  |          |                          |        |
|--|---|--|---|--|----------|--------------------------|--------|
| <b>Tiempo y porcentaje para esta unidad:</b>   |   | Teoría:  | 12 horas  | Práctica:  | 24 horas | Porcentaje del programa: | 33.33% |
| <b>Aprendizajes esperados:</b>   |   | Definir los conceptos de microbiología industrial, biotecnología, fermentación, cultivos iniciadores y enzimas, explicando las características, para comprender la importancia de las fermentaciones y la biotecnología, así como conocer el desarrollo histórico de la fermentación, la microbiología industrial y la biotecnología; comprender el descubrimiento y la interpretación de los principios microbiológicos y químicos de la fermentación; así como conocer y aplicar los procesos biotecnológicos en los procesos bioquímicos. |   |  |          |                          |        |
| Temas y subtemas (secuencia)   | Criterios de desempeño  | Estrategias didácticas   | Estrategias de evaluación   | Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)           |          |                          |        |
| 1.1 Definición de fermentación y biotecnología.<br>1.1.1 Biotecnología.<br>1.1.2 Historia y definición de la fermentación.<br>1.1.3 Ingeniería genética.<br>1.2 Metabolismo microbiano.<br>1.2.1 Catabolismo y anabolismo.<br>1.2.2 Fuente de carbono y nitrógeno.<br>1.3 Microorganismos de interés industrial.<br>1.3.1 Aislamiento.<br>1.3.2 Identificación.<br>1.3.3 Condiciones de cultivo.<br>1.4 Sustratos.<br>1.4.1 Naturaleza química.<br>1.4.2 Obtención de los sustratos. | Saber:<br>- Definir los conceptos de biotecnología, fermentación, cultivo iniciador, enzima e ingeniería genética.<br>- Conocer el desarrollo histórico de la fermentación, la biotecnología y la ingeniería genética.<br>- Definir qué es el metabolismo microbiano. el catabolismo y anabolismo.<br>- Conocer la naturaleza fisicoquímica de los sustratos. | - Explicación del docente con apoyo de elementos visuales de los conceptos y desarrollo histórico referentes a las fermentaciones, la biotecnología, y la ingeniería genética.<br>- Investigación sobre los parámetros y condiciones que se deben cumplir para realizar un proceso fermentativo.   | - Evaluación diagnóstica: Informe de Investigación documental; diagnóstico escrito.<br>- Evaluación formativa: Participación interactiva en las sesiones de clase.<br>Realizar organizadores gráficos sobre los temas vistos.<br>- Evaluación sumativa: Examen escrito. | Proyecto Integrador y/o portafolio de evidencias con las actividades de la unidad. |          |                          |        |



Continuación: Tabla 4.1. Desglose específico de la unidad "Introducción."

| Temas y subtemas (secuencia) | Criterios de desempeño   | Estrategias didácticas | Estrategias de evaluación | Producto Integrador de la unidad |
|------------------------------|--|------------------------|---------------------------|----------------------------------|
|                              | <p>Saber hacer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar las características y condiciones de los cultivos iniciadores y enzimas, requeridas en los procesos fermentativos así como las fuentes de carbono y nitrógeno necesarios para la ejecución de los procesos catabólicos y anabólicos en el proceso metabólico microbiano para la obtención de sustancias de interés industrial en los procesos bioquímicos.</li> <li>- Determinar la técnica de aislamiento y de identificación requeridos para la obtención de sustancias de interés industrial en los procesos bioquímicos.</li> </ul> <p>Ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabaja de forma cooperativa en equipo con responsabilidad, ética y respeto a las ideas de los demás, así como al medio</li> </ul> |                        |                           |                                  |



Continuación: Tabla 4.1. Desglose específico de la unidad "Introducción."

| Temas y subtemas (secuencia)  | Criterios de desempeño | Estrategias didácticas | Estrategias de evaluación | Producto Integrador de la unidad |
|---|------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------------|
|   | ambiente.              |                        |                           |                                  |
| <b>Bibliografía</b>   |                        |                        |                           |                                  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- González, A. (2024). Biorreactores y tecnología de bioprocesos. México: Editorial Aula Magna Proyecto Clave Mc Graw Hill.</li><li>- Jagnow, G.; Wolfgang, D. (1991). Biotecnología. Introducción con experimentos modelo. México: Acribia.</li><li>- Kirk, R.; Othmer, D. (1962). Enciclopedia de tecnología química. México: uthea.</li><li>- Ward, O.P. (1993). Biotecnología de la fermentación. México: Editorial Acribia.</li><li>- Wulf, C. (1993). Biotecnología. Manual de microbiología industrial. México: Acribia.</li></ul> |                        |                        |                           |                                  |



## Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.2. Desglose específico de la unidad "Fermentaciones."

| <b>Número y nombre de la unidad:</b> 2. Fermentaciones.   |  |  |  |  |          |                          |        |
|---|--|--|--|--|----------|--------------------------|--------|
| <b>Tiempo y porcentaje para esta unidad:</b>  |  | Teoría:  | 12 horas   | Práctica:  | 24 horas | Porcentaje del programa: | 33.33% |
| <b>Aprendizajes esperados:</b>  |  | Identificar los principales conceptos involucrados en los procesos fermentativos y su clasificación de acuerdo al producto a obtenerse y comprende los diferentes sistemas de operación de los biorreactores y las variables a medir y controlar para la construcción de las cinéticas de fermentación que permitirán describir y controlar el proceso para la su correcto funcionamiento y operación, además que logrará comprender los diferentes métodos para la recuperación de los productos obtenidos. |  |  |          |                          |        |
| Temas y subtemas (secuencia)  | Criterios de desempeño   | Estrategias didácticas   | Estrategias de evaluación  | Producto Integrador de la unidad<br>(Evidencia de aprendizaje de la unidad)        |          |                          |        |
| 2.1 Tipos de fermentaciones.<br>2.1.1 Fermentación alcohólica.<br>2.1.2 Fermentación acética.<br>2.1.3 Fermentación propiónica.<br>2.1.4 Fermentación butírica.<br>2.1.5 Fermentación láctica.<br>2.1.6 Fermentación butanodiolica.<br>2.2 Tipos de biorreactores.<br>2.2.1 Biorreactor batch o por lotes.<br>2.2.2 Biorreactor semicontinuo.<br>2.2.3 Biorreactor continuo.<br>2.2.4 Componentes de un biorreactor.<br>2.2.5 Esterilización de un biorreactor.<br>2.3 Cinéticas de fermentación.<br>2.3.1 Definición de cinéticas de fermentación. | Saber:<br>- Identificar las diferentes conceptos y principios de los tipos de fermentación, de los biorreactores, el objetivo de la construcción de las cinéticas de fermentación y comprende los diferentes métodos para la recuperación de productos obtenidos en dichos procesos.<br><br>Saber hacer:<br>- Establecer una relación entre los conceptos y principios de los procesos | - Explicación del docente con apoyo de elementos visuales de los tipos de fermentación y métodos para la recuperación de productos y ejercicios de cálculo de diseño para los diferentes tipos de biorreactores.<br>- Lluvia de ideas sobre el impacto sobre el proceso fermentativo y la medición y control de las variables de respuesta de acuerdo con el tipo microorganismos, sustrato y producto a obtenerse y de la   | - Evaluación diagnóstica: Informe de Investigación documental; diagnóstico escrito.<br><br>- Evaluación formativa: Participación interactiva en las sesiones de clase y resolución de ejercicios matemáticos de conversión de unidades en los diferentes sistemas de unidades fundamentales de medida.<br><br>- Evaluación sumativa: Examen escrito. | Proyecto Integrador y/o portafolio de evidencias con las actividades de la unidad. |          |                          |        |



Continuación: Tabla 4.2. Desglose específico de la unidad "Fermentaciones."

| Temas y subtemas (secuencia)  | Criterios de desempeño  | Estrategias didácticas   | Estrategias de evaluación | Producto Integrador de la unidad |
|---|---|--|---------------------------|----------------------------------|
| 2.3.2 Parámetros a considerar.<br>2.3.3 Variables de respuesta.<br>2.3.4 Técnicas analíticas.<br>2.4 Recuperación de productos.<br>2.4.1 Métodos físicos.<br>2.4.2 Métodos químicos.<br>2.4.3 Métodos biológicos.<br>2.4.4 Purificación de productos de fermentación.<br>2.4.5 Tratamiento de efluentes.  | fermentativos, biorreactores para la construcción de las cinéticas de fermentación presentes en los cálculos de diseño y control de los biorreactores y en la recuperación de productos.<br><br>Ser:<br>- Trabaja de forma cooperativa en equipo con responsabilidad, ética y respeto a las ideas de los demás, así como al medio ambiente. | elección de los diferentes tipos de biorreactores.<br><br>- Ejercicios de cálculos matemáticos sobre el diseño de biorreactores y el modelado del proceso con las cinéticas de fermentación. |                           |                                  |
| <b>Bibliografía</b>   |   |  |                           |                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- González, A. (2024). Biorreactores y tecnología de bioprocesos. México: Editorial Aula Magna Proyecto Clave Mc Graw Hill.</li> <li>- Jagnow, G.; Wolfgang, D. (1991). Biotecnología. Introducción con experimentos modelo. México: Acribia.</li> <li>- Kirk, R.; Othmer, D. (1962). Enciclopedia de tecnología química. México: uthea.</li> <li>- Ward, O.P. (1993). Biotecnología de la fermentación. México: Editorial Acribia.</li> <li>- Wulf, C. (1993). Biotecnología. Manual de microbiología industrial. México: Acribia.</li> </ul> |   |  |                           |                                  |

## Sección IV. Desglose específico por cada unidad formativa

Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Otros procesos fermentativos."

| <b>Número y nombre de la unidad:</b> 3. Otros procesos fermentativos.  |  |  |  |  |          |                          |        |
|--|--|--|--|--|----------|--------------------------|--------|
| <b>Tiempo y porcentaje para esta unidad:</b>   |  | Teoría:  | 12 horas   | Práctica:  | 24 horas | Porcentaje del programa: | 33.33% |
| <b>Aprendizajes esperados:</b>   |  | Definir e Identificar los principales procesos fermentativos, la producción de proteínas y comprende la biodegradación y la biorremediación; aplicando microorganismos.  |  |  |          |                          |        |
| Temas y subtemas (secuencia)   | Criterios de desempeño   | Estrategias didácticas   | Estrategias de evaluación  | Producto Integrador de la unidad (Evidencia de aprendizaje de la unidad)           |          |                          |        |
| 3.1 Producción de proteínas recombinantes en microorganismos.<br>3.1.1 Definición de proteínas recombinantes.<br>3.1.2 Microorganismos a utilizar.<br>3.2 Otros procesos fermentativos.<br>3.2.1 Vitaminas.<br>3.2.2 Antibióticos.<br>3.2.3 Surfactantes.<br>3.3 Biodegradación y Biorremediación<br>3.3.1 Definición y aplicaciones de biodegradación.<br>3.3.2 Definición y aplicaciones de biorremediación. | Saber:<br>- Definir los procesos fermentativos en la producción de proteínas recombinantes, vitaminas, antibióticos y surfactantes, así como la biodegradación y la biorremediación.<br><br>Saber hacer:<br>- Identificar los diferentes procesos fermentativos de producción de proteínas recombinantes, la producción de vitaminas, la producción de antibióticos y surfactantes; Comprende la aplicación de | - Explicación del docente con ayuda de material visual de los conceptos de proteínas recombinantes y los microorganismos a utilizar en los diferentes procesos fermentativos, la biodegradación y la biorremediación.<br>- Investigación sobre los diferentes procesos fermentativos de producción de proteínas recombinantes, la producción de vitaminas, la producción de antibióticos, surfactantes, la biodegradación y la biorremediación aplicando microorganismos.<br>- Pregunta detonadora sobre las generalidades y aplicación de los | - Evaluación diagnóstica: Informe escrito de la investigación documental.<br><br>- Evaluación formativa: Participación interactiva en las sesiones de clase.<br>Desarrollo de mapas cognitivos sobre los diferentes procesos fermentativos.<br>Desarrollo de mapas cognitivos sobre la biodegradación y la biorremediación..<br><br>- Evaluación sumativa: Examen escrito. | Proyecto Integrador y/o portafolio de evidencias con las actividades de la unidad. |          |                          |        |



Continuación: Tabla 4.3. Desglose específico de la unidad "Otros procesos fermentativos."

| Temas y subtemas (secuencia)  | Criterios de desempeño  | Estrategias didácticas   | Estrategias de evaluación | Producto Integrador de la unidad |
|---|---|--|---------------------------|----------------------------------|
|   | <p>la biodegradación y la biorremediación utilizando microorganismos.</p> <p>Ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabaja de forma cooperativa en equipo con responsabilidad, ética y respeto a las ideas de los demás, así como al medio ambiente.</li> </ul> | <p>diferentes procesos fermentativos, así como la biodegradación y la biorremediación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapas cognitivos sobre los diferentes procesos fermentativos.</li> </ul> |                           |                                  |
| <b>Bibliografía</b>   |   |  |                           |                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jagnow, G.; Wolfgang, D. (1991). Biotecnología. Introducción con experimentos modelo. México: Acribia.</li> <li>- Kirk, R.; Othmer, D. (1962). Enciclopedia de tecnología química. México: Uthea.</li> <li>- Wulf, C. (1993). Biotecnología. Manual de microbiología industrial. México: Acribia.</li> </ul> |   |  |                           |                                  |



## V. Perfil docente

Tabla 5. Descripción del perfil docente

| <b>Perfil deseable docente para impartir la asignatura</b>   |
|--|
| <p>Carrera(s): Licenciatura en Ingeniero Químico, Bioquímico. Posgrado en Ciencias en Ingeniería Químicas, Bioquímicas o afines. o carrera afín</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Experiencia en proyectos de investigación, mínimo 2 años.</li><li>- Experiencia mínima de dos años</li><li>- Posgrado en ciencias Ingeniería Química, bioquímica o afines.</li></ul> |