

**PROGRAMA EDUCATIVO**  
**LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA**  
**EN COMPETENCIAS PROFESIONALES**

**PROGRAMA DE ASIGNATURA: FUNDAMENTOS DE BIOPROCESOS**

**CLAVE: E-FUBP-2**

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El alumno desarrollará técnicas básicas para cuantificación de biomasa, sustrato y producto, así como modelos cinéticos y de balance, mediante la determinación de parámetros cinéticos, estequiométricos, rendimientos reales y teóricos; además de técnicas de modelado para establecer y controlar el comportamiento operativo de un bioproceso.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Implementar los conocimientos teórico-prácticos a través de la transformación de insumos químicos y biológicos aplicando las habilidades transversales para el desarrollo de bioprocesos que permitan generar bienes y servicios biotecnológicos con impacto regional, nacional e internacional.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
<b>ESPECÍFICA</b>	<b>5</b>	<b>5.62</b>	<b>ESCOLARIZADA</b>	<b>6</b>	<b>90</b>

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I. Introducción al desarrollo de Bioprocesos	12	18
II. Estequiometría del crecimiento microbiano y generación de producto	12	18	30
III. Cinética del crecimiento microbiano y de generación de producto	12	18	30
<b>Totales</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>90</b>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Desarrollar bioprocesos mediante la transformación de insumos químicos y biológicos para generar bienes y servicios	Seleccionar los insumos químicos y biológicos mediante metodologías y protocolos de análisis para el desarrollo de bioprocesos	Genera evidencias que demuestra la selección de los insumos químicos y biológicos necesarios para el desarrollo de bioprocesos
	Formular el proceso de transformación de los insumos químicos y biológicos mediante las operaciones que integran el bioproceso para generar bienes y servicios biotecnológicos	Elabora reportes de la propuesta metodológica que demuestra la transformación de los insumos químicos y biológicos necesarios para el desarrollo de bioprocesos
Interpretar la información de los bioprocesos mediante el análisis de datos para asegurar su adecuada operación	Registrar los datos que genera el bioproceso mediante herramientas de tecnologías de la información para obtener parámetros de operación	Genera evidencias que demuestran la recopilación de los datos que genera el bioproceso
	Reportar los datos que genera el bioproceso mediante el análisis de los parámetros de operación para documentar y presentar informes	Elabora reportes de actividades prácticas que demuestran la interpretación de los datos que genera el bioproceso

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Introducción al desarrollo de Bioprocesos					
Propósito esperado	El alumno establecerá metodologías básicas para la cuantificación de biomasa, sustrato y producto para dar seguimiento al desarrollo de bioprocesos, así como de la secuencia de operaciones necesarias para la recuperación de un bioproducto.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	12	Horas del Saber Hacer	18	Horas Totales	30

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Etapas de los bioprocesos e identificación de metabolitos primarios, secundarios, intracelulares y extracelulares Subetapas del Upstream: Selección de organismos, preparación de medios de cultivo e inóculo; Fermentación: Selección de biorreactor y modo de operación; Downstream: Separación mecánica de células, lisis celular, concentración, purificación y acondicionamiento de productos. Etapas de los bioprocesos: Upstream, Fermentación y Downstream	Identificar la secuencia de pasos involucrados en el desarrollo de bioprocesos Describir las características principales y subetapas del upstream, midstream y downstream, dependiendo del tipo de metabolito a recuperar (primarios, secundarios, intracelulares o extracelulares)	Preparar un cultivo iniciador para una fermentación	El estudiante asumirá la responsabilidad y honestidad para realizar actividades en forma individual y en equipo en forma proactiva; así como ejercer liderazgo en la práctica de laboratorio, coordinando las actividades para el buen resultado de la práctica.

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	

Bioprocesos que emplean microorganismos, células vegetales, células animales, microalgas y enzimas.	Explicar las estrategias de recuperación de producto más comunes en bioprocesos que emplean diferentes tipos de células y/o enzimas	Desarrollar las técnicas básicas para la cuantificación de biomasa en el cultivo iniciador (cuenta en placa, cuenta en cámara, nefelometría y gravimetría)	
Técnicas básicas para la cuantificación de biomasa (Cuenta en placa, cuenta en cámara, nefelometría, gravimetría), azúcares (totales y reductores) y producto.	Comparar las técnicas básicas para cuantificación de biomasa (cuenta en placa, cuenta en cámara, nefelometría y gravimetría), azúcares (totales y reductores) y producto.	Documentar y discutir los resultados obtenidos de la realización de las distintas técnicas para la cuantificación de biomasa en el cultivo iniciador.	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Práctica de laboratorio Análisis de caso Diagramas de flujo de proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Proyector</li> <li>* Equipo de cómputo/ internet</li> <li>* Material bibliográfico</li> <li>* Pintarrón/plumones</li> <li>* Cuaderno</li> <li>* Reactivos/material de laboratorio</li> <li>* Equipo de laboratorio</li> </ul>	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes identifican las etapas que componen un bioproceso.</p> <p>Los estudiantes identifican las diferencias entre metabolitos primarios, secundarios, intracelulares y extracelulares.</p>	A partir de un portafolio de evidencias describir las etapas que componen un bioproceso, incluyendo todas las operaciones necesarias para la preparación, fermentación y recuperación de	<p>Rúbrica para portafolio de evidencias</p> <p>Rúbrica para reporte técnico</p>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	

<p>Los estudiantes identifican las operaciones necesarias para recuperar un bioproducto según la naturaleza de este.</p> <p>Los estudiantes describen las técnicas para la cuantificación de biomasa, azúcares y producto</p>	<p>bioproductos mediante un diagrama de flujo de proceso.</p> <p>A partir de un caso práctico, elaborar un reporte técnico que contenga los resultados obtenidos de la cuantificación de biomasa en un cultivo iniciador para una fermentación en sistema de operación lote.</p>	
---	--	--

<b>Unidad de Aprendizaje</b>	II. Estequiometría del crecimiento microbiano y generación de producto				
<b>Propósito esperado</b>	El alumno empleará las ecuaciones estequiométricas del crecimiento microbiano para formular medios de cultivo y determinar los rendimientos máximos, teóricos y reales de biomasa y producto respecto a sustrato y oxígeno.				
<b>Tiempo Asignado</b>	<b>Horas del Saber</b>	12	<b>Horas del Saber Hacer</b>	18	<b>Horas Totales</b> 30

<b>Temas</b>	<b>Saber Dimensión Conceptual</b>	<b>Saber Hacer Dimensión Actuacional</b>	<b>Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva</b>
Estequiometría del crecimiento y balance elemental	Describir las ecuaciones de balance elemental y balance de electrones en la ecuación general de crecimiento microbiano.	Determinar los coeficientes estequiométricos de los reactivos y productos en la ecuación general de crecimiento microbiano, mediante balance elemental	El estudiante desarrollará el pensamiento analítico a través de la identificación de conceptos para resolver problemas de forma ordenada y sistemática.
Balance de electrones y grado de reducción	Explicar el concepto de grado de reducción y el procedimiento para calcularlo. Explicar el procedimiento para realizar el balance de electrones en una reacción general de crecimiento microbiano.	Determinar los coeficientes estequiométricos de los reactivos y productos en la ecuación general de crecimiento microbiano, mediante balance de electrones	

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	

Formulación de medios de cultivo y relación C/N	Explicar métodos algebraicos para resolver ecuaciones simultáneas de balances elementales	Formular medios de cultivo de acuerdo con los rendimientos calculados en reacciones de crecimiento microbiano Determinar la relación C/N en medios de cultivo para bioprocesos	
Predicción de rendimientos y coeficientes de rendimiento	Explicar el procedimiento para calcular coeficientes de rendimientos máximos teóricos y reales.	Determinar los coeficientes de rendimientos máximos teóricos y reales	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Práctica de laboratorio Análisis de caso Aula invertida	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Proyector</li> <li>* Equipo de cómputo/ internet</li> <li>* Material bibliográfico</li> <li>* Pintarrón/plumones</li> <li>* Cuaderno</li> <li>* Reactivos/material de laboratorio</li> <li>* Equipo de laboratorio</li> </ul>	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes identifican los requerimientos nutricionales de los microorganismos utilizados en bioprocesos, describen la ecuación del crecimiento microbiano, resuelven balances elementales y de electrones en la ecuación general del crecimiento microbiano, explican el concepto de grado de reducción y el concepto de rendimiento teórico y real, realizan cálculos de rendimientos teóricos y reales, formulan medios de cultivo de acuerdo a los	<p>A partir de un portafolio de evidencias diseñar un medio cultivo óptimo para el desarrollo de un bioproceso que incluya cálculos de coeficientes estequiométricos, rendimientos teóricos, cantidades de macro y micronutrientes, así como de relación C/N.</p> <p>A partir de un caso práctico, elaborar un</p>	<p>Rúbrica</p> <p>Portafolio de evidencias</p> <p>Reporte técnico</p>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	

rendimientos calculados en las reacciones de crecimiento microbiano y realizan cálculos de la relación C/N en medios de cultivo	reporte técnico que contenga los resultados obtenidos de la cuantificación de biomasa, azúcares (totales y reductores) y producto para una fermentación en sistema de operación lote.	
---	---	--

Unidad de Aprendizaje	III. Cinética del crecimiento microbiano y de generación de producto					
Propósito esperado	El alumno determinará el comportamiento cinético de crecimiento microbiano, consumo de sustrato y generación de producto en sistemas de producción por lote, lote alimentado y continuo, para caracterizar el bioproceso según el régimen operativo.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	12	Horas del Saber Hacer	18	Horas Totales	30

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Cinéticas de crecimiento y generación de producto en cultivos en lote, alimentado y continuo.	Explicar el efecto que tienen las condiciones ambientales y factores internos o externos en los parámetros cinéticos que afectan la cinética de crecimiento Describir curvas de crecimiento microbiano, parámetros cinéticos, curvas de consumo de sustrato y generación de producto en cultivos en lote. Describir las características principales y parámetros cinéticos en los sistemas de producción en continuo y lote alimentado. Explicar los conceptos de quimiostato y turbidostato	Preparar fermentaciones en modo lote y determinar el comportamiento cinético de crecimiento microbiano, consumo de sustrato y generación de producto. Determinar el comportamiento cinético de crecimiento microbiano y generación de producto en Bioprosos que operan en lote alimentado y continuo.	El estudiante desarrollará el aprendizaje autónomo mediante la investigación y aplicación de conceptos teóricos y prácticos; al mismo tiempo, fomentar el respeto para mantener un ambiente favorable para el aprendizaje y la realización de actividades grupales.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-42.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Aspectos generales de modelado y cálculo de parámetros cinéticos	Describir modelos estructurados y no estructurados para predecir velocidades específicas de crecimiento.	<p>Establecer las variables de proceso teóricas a las cuales se conserva el estado estacionario o pseudoestacionario en bioprocesos que operan en continuo o lote alimentado.</p> <p>Establecer el comportamiento cinético de crecimiento teóricas considerando distintas combinaciones de modelos estructurados, no estructurados, segregados y no segregados.</p> <p>Desarrollar simulaciones del comportamiento cinético para los sistemas de producción en lote, alimentado y continuo.</p>	
--	--	---	--

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Simulador Portafolio de evidencias Reporte técnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Proyector</li> <li>* Equipo de cómputo/ internet</li> <li>* Material bibliográfico</li> <li>* Pintarrón/plumones</li> <li>* Cuaderno</li> <li>* Reactivos/material de laboratorio</li> <li>* Equipo de laboratorio</li> </ul>	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-42.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	



<p>Los estudiantes describen las características de los cultivos en sistema de producción en lote, alimentado y continuo; además identifican los principales parámetros cinéticos y los modelos matemáticos para calcularlos. Describen la importancia de los parámetros cinéticos y realizan cálculos de éstos para la construcción cinéticas microbianas a partir de resultados experimentales.</p>	<p>A partir de un portafolio de evidencias describir las características de los cultivos en sistema de producción en lote, alimentado y continuo, que incluya cálculos de parámetros cinéticos.</p> <p>A partir de un caso práctico, elaborar un reporte técnico que contenga los resultados obtenidos de la cuantificación de biomasa, azúcares (totales y reductores) y producto para fermentaciones en los distintos sistemas de producción.</p> <p>A partir de un caso práctico, realizar simulaciones y cálculos de parámetros cinéticos para los distintos sistemas de producción</p>	<p>Práctica de laboratorio Aula invertida Análisis de caso</p>
---	---	--

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
<p>Profesionista en el área de Biotecnología, Ingeniería en Biotecnología, Ingeniero Bioquímico o afín.</p>	<p>Al menos dos años de experiencia en la enseñanza de bioprocesos a nivel superior Capacitación en estrategias didácticas, recursos virtuales y software de simulación</p>	<p>Mínimo un año de experiencia en el ejercicio profesional del área de ingeniería, uso de biorreactores, fermentaciones y diseño de bioprocesos.</p>

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Pauline M. Doran	2013	Bioprocess Engineering Principles		Academic Press	012220851X, 9780122208515

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	

Michael L. Shuler, Fikret Kargi, Matthew DeLisa	2017	Bioprocess Engineering: Basic Concepts		Pearson	9780137459469
Henry C. Vogel, Celeste M. Todaro	2014	Fermentation and Biochemical Engineering Handbook		Pearson	9781455725533

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Bharti School of Telecom Indian Institute of Technology Delhi Hauz Khas	02 de Mayo de 2024	Virtual Labs project	<a href="https://www.vlab.co.in/broad-area-biotechnology-and-biomedical-engineering">https://www.vlab.co.in/broad-area-biotechnology-and-biomedical-engineering</a>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-42.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	