

PROGRAMA EDUCATIVO
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA
EN COMPETENCIAS PROFESIONALES

PROGRAMA DE ASIGNATURA: MEJORA DE BIOPROCESOS

CLAVE: E-MEBP-3

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante analizará las diferentes técnicas de la investigación operativa de bioprocesos y aplicará diferentes modelos de optimización y reingeniería en Biotecnología para la adecuada toma de decisiones y el mejoramiento de la industria biotecnológica nacional e internacional.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Integrar el conocimiento para el desarrollo, la optimización e innovación de bioprocesos a través de la gestión y el manejo sostenible de los recursos para contribuir a la consolidación de la competitividad que permita generar bienes y servicios biotecnológicos con impacto regional, nacional e internacional.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
ESPECÍFICA	9	4.68	ESCOLARIZADA	5	75

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
I. Investigación operativa de Bioprocesos.	10	5	15
II. Modelado de Bioprocesos mediante Polinomios de Lagrange.	10	10	20
III. Optimización de Bioprocesos.	10	15	25
IV. Reingeniería de Bioprocesos.	5	10	15

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

Totales	35	40	75
----------------	-----------	-----------	-----------

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Optimizar la eficiencia de los bioprocesos mediante la integración del conocimiento para generar bienes y servicios biotecnológicos.	Examinar el bioproceso mediante la determinación de los parámetros de operación y rendimientos para mejorar los bienes y servicios biotecnológicos generados.	Genera evidencias que demuestran el análisis de la factibilidad para la innovación del bioproceso.
	Establecer los parámetros de operación y rendimientos del bioproceso mediante el análisis de datos para mejorar los bienes y servicios biotecnológicos generados.	Genera evidencias que demuestran la implementación del proyecto, recolección y evaluación de datos, así como un análisis para evaluar el impacto de la innovación.
Implementar los bioprocesos optimizados a través de la integración del conocimiento para la innovación de bienes y servicios biotecnológicos.	Definir los recursos mediante el análisis de datos para innovar los bioprocesos.	Genera evidencias que demuestran el análisis en la elección de biorreactores, operaciones unitarias involucradas en los procesos de bioseparación y los servicios auxiliares requeridos.
	Gestionar los recursos mediante el análisis de datos para innovar los bioprocesos.	Genera evidencias que demuestran la implementación de todas las etapas y elementos que conforman al proyecto (factibilidad económica, estudio de mercado, estudio técnico y financiero, etc.).

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

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Investigación operativa de Bioprocesos.					
Propósito esperado	El estudiante modelará bioprocesos a través de técnicas de investigación de operaciones, para llevar a cabo la optimización y prediseño de procesos a escala industrial.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	5	Horas Totales	15

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Fundamentos de la investigación de operaciones.	Describir las fases en la investigación operativa de un bioproceso. Explicar cada fase de la investigación operativa de un bioproceso.	Predecir anomalías que se pudieran presentar en la operación de un bioproceso a escala industrial.	El estudiante desarrollará el pensamiento crítico para la selección adecuada de variables del bioproceso. El estudiante poseerá habilidades de resolución de problemas que impliquen el entendimiento matemático (estadística, ANOVA, Álgebra Superior).
Construcción de modelos matemáticos.	Identificar las etapas de un modelo de programación lineal.	Establecer la secuencia de programación del bioproceso.	
Solución del modelo.	Explicar la estrategia para resolver un modelo de programación lineal.	Realizar la estructura del programa mediante método Simplex.	
Implementación de soluciones.	Comparar el modelo matemático obtenido con un caso real seleccionado.	Programar empleando Software matemático para obtener la solución del modelo.	

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

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Análisis de casos.	Cañón.	Laboratorio / Taller	
Resolución de problemas.	Equipo de cómputo.	Empresa	
Prácticas de simulación.	Internet.		
	Pintarrón.		
	Aula.		
	Artículos científicos.		
	Paquetería básica de office.		

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes conocen e identifican las etapas de un modelo de programación lineal.	Elaborar un cuaderno de ejercicios de modelos de programación lineal mediante la utilización de software especializado, que contenga: a) Construcción de modelos de programación lineal, no lineal y multivariable. b) Solución analítica, y área de factibilidad. c) Linealidad de utilidad y punto óptimo de solución. d) Desarrollo de los modelos. e) Comprobación de resultados para casos de maximización y minimización.	Ejercicios prácticos. Rúbrica.
Los estudiantes desarrollan el algoritmo de programación lineal.		
Los estudiantes resuelven un modelo de programación lineal.		

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

Unidad de Aprendizaje	II. Modelado de Bioprocesos mediante Polinomios de Lagrange.					
Propósito esperado	El estudiante modelará bioprocesos a través de herramientas matemáticas para la optimización y mejora del bioproceso con aplicación a procesos industriales.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	20

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Uso de polinomios de Lagrange.	Identificar el comportamiento de los datos de un bioproceso seleccionado.	Estimar el comportamiento de los datos de un bioproceso para ser modelados por polinomio de Lagrange.	El estudiante ejercerá liderazgo y responsabilidad en los trabajos desarrollados en la programación para la obtención de resultados confiables y reproducibles
Planteamiento de cinéticas de crecimiento o de producción de bioproductos de interés Biotecnológico.	Definir la tendencia del comportamiento de datos del bioproceso.	Evaluar la tendencia en el comportamiento de los datos procesados dentro de un bioproceso.	
Modelar la cinética aplicando el polinomio de Lagrange.	Ajustar los datos obtenidos al modelo de Polinomio de Lagrange.	Estructurar el modelo matemático mediante la aproximación empleando el polinomio de Lagrange.	
Validar el modelo matemático.	Validar los resultados del modelo empleando herramientas computacionales.	Validar el polinomio obtenido mediante técnicas matemáticas, algebraicas y de programación.	

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

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Análisis de casos.	Cañón.	Laboratorio / Taller	
Resolución de problemas.	Equipo de cómputo.	Empresa	
Prácticas de simulación.	Internet.		
	Pintarrón.		
	Aula.		
	Artículos científicos.		
	Paquetería básica de office.		

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes identifican y reconocen el comportamiento de los datos dentro de un bioproceso para su posterior modelado.	Elaborar a través de un caso práctico, propuesta de modelo matemático del bioproceso, que contenga: a) Fundamento del bioproceso. b) Establecimiento del problema. c) Etapas de construcción del modelo. d) Solución del modelo. e) Prueba y simulación del bioproceso. f) Resultados y conclusiones. g) Referencias bibliográficas. h) Reporte antiplagio.	Ejercicios prácticos. Rúbrica.
Los estudiantes son capaces de ajustar los datos obtenidos a un modelo de polinomio de Lagrange.		
Los estudiantes verifican, comprueban y reconocen los resultados del modelo utilizando técnicas informáticas.		

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

Unidad de Aprendizaje	III. Optimización de Bioprocesos.					
Propósito esperado	El estudiante optimizará a través de principios de programación lineal, modelos biológicos diversos para mejorar bioprocesos a nivel industrial.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	15	Horas Totales	25

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Establecer las variables que afectan a un bioproceso.	Identificar las variables susceptibles a optimizarse en un bioproceso.	Elegir las variables del bioproceso susceptibles a optimización.	El estudiante desarrollará la creatividad en los bioprocesos para innovar en su aplicación.
Identificar los niveles de las variables.	Enlistar las variables con mayor relevancia en el bioproceso.	Analizar las variables de control del bioproceso y verificar sus posibles resultados.	
Establecer el diseño experimental.	Identificar los modelos matemáticos lineales y no lineales aplicados para la mejora del bioproceso a optimizar. Relacionar los modelos matemáticos de sistemas lineales y no lineales con las operaciones de un bioproceso	Proponer el diseño experimental que ajuste a las variables seleccionadas del bioproceso.	
Dar solución al diseño empleando herramientas computacionales (Design-Expert, Estadística, Sigma Plot).	Comparar las variables optimizadas de un bioproceso modelado vs bioproceso real.	Estructurar el modelo obtenido mediante paquetes estadísticos como Design Expert, Estadística, MATLAB, Star Graphic (o similares).	
Proponer la mejora del bioproceso.	Relacionar la optimización con la toma de decisiones en la mejora del bioproceso.	Optimizar las variables relevantes del bioproceso para implementar una mejora en el sector industrial. Optimizar el bioproceso a través de las herramientas de modelamiento, escalamiento y simulación.	

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

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Análisis de casos.	Cañón.	Laboratorio / Taller	X
Resolución de problemas.	Equipo de cómputo.	Empresa	
Prácticas de simulación para optimización de procesos.	Internet.		
	Pintarrón.		
	Laboratorio de cómputo.		
	Software especializado.		

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes reconocen las variables a optimizarse dentro de un bioproceso.	<p>Elaborar a partir de un caso práctico, un reporte de la optimización de un bioproceso a elección dentro de la industria, que contenga:</p> <p>a) Fundamentos teórico/práctico del bioproceso a desarrollar.</p> <p>b) Justificación de la elección del bioproceso.</p> <p>c) Análisis de la optimización de las variables representativas del bioproceso.</p> <p>d) Construcción de modelos de optimización del bioproceso.</p> <p>e) Resultados y discusión de resultados.</p> <p>f) Referencias bibliográficas.</p> <p>g) Reporte antiplagio.</p>	<p>Ejercicios prácticos.</p> <p>Rúbrica.</p>
Los estudiantes conocen y manejan software especializado en materia de optimización.		
Los estudiantes son capaces de estructurar un modelo de optimización de un bioproceso real.		
Los estudiantes resuelven satisfactoriamente un modelo de optimización.		

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

Unidad de Aprendizaje	IV. Reingeniería de Bioprocesos.				
Propósito esperado	El estudiante diseñará un proyecto de reingeniería de un bioproceso que requiera optimizarse, a través de herramientas de optimización, modelamiento y reingeniería, para el mejoramiento de un proceso industrial.				
Tiempo Asignado	Horas del Saber	5	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales 15

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Fundamentos de reingeniería.	Definir el concepto de reingeniería en un bioproceso. Describir el concepto de reingeniería de un bioproceso.	Validar el bioproceso optimizado mediante una experimentación en laboratorio (o virtual).	El estudiante gestionará el tiempo de forma adecuada para el desarrollo de los bioprocesos y reconocer la organización de cada etapa de los mismos. El estudiante reconocerá el trabajo en equipo para un buen desarrollo y obtención de resultados confiables.
Herramientas de la reingeniería de un bioproceso.	Distinguir las herramientas de optimización, modelado y reingeniería.	Rediseñar el bioproceso mejorado de acuerdo a los resultados de optimización. Construir un modelo o prototipo donde se aplique la mejora obtenida.	
Implementación de la reingeniería	Clasificar un bioproceso susceptible a reingeniería. Definir el concepto de Industria 4.0. Distinguir las tecnologías inteligentes de la Industria 4.0.	Administrar de maneja efectiva los recursos disponibles para realizar la mejora a nivel industrial. Aplicar las tecnologías inteligentes a un bioproceso tecnológico.	

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

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Análisis de casos.	Cañón.	Laboratorio / Taller	X
Resolución de problemas.	Equipo de cómputo.	Empresa	
Prácticas de simulación para optimización de procesos.	Internet.		
	Pintarrón.		
	Laboratorio de cómputo.		
	Software especializado.		

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes comprueban la validez de los modelos con respecto a un proceso real.	Elaborar a partir de un caso práctico, un reporte del modelado y simulación de un bioproceso operativo y/o real, que contenga: a) Fundamentos teórico/prácticos del bioproceso a desarrollar. b) Elección de las variables que definen el desarrollo y equilibrio del bioproceso aplicables a la reingeniería. c) Modelos matemáticos aplicables a la reingeniería. d) Propuesta de modelo general para el establecimiento de la reingeniería del proceso e) Ficha de simulación del bioproceso en software especializado. f) Resultados y discusión de resultados. g) Referencias bibliográficas. h) Reporte antiplagio.	Ejercicios prácticos. Rúbrica.
Los estudiantes conocen las herramientas de optimización para la reingeniería de un bioproceso.		
Los estudiantes dominan y aplican las herramientas de software especializado para rediseñar bioprocesos.		
Los estudiantes aplican la mejora del bioproceso en la reingeniería.		

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

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Ingeniero Químico, Ingeniero Químico-Industrial, Ingeniero en Biotecnología, Ingeniero en Bioprocesos, Ingeniero Bioquímico, Ingeniero en Alimentos o afín. Deseable con posgrado, para impartir clases en Licenciatura, experiencia en investigación en las áreas de manufactura, materiales y simulación.	Al menos un año experiencia docente y con manejo en las herramientas didácticas enseñanza-aprendizaje; además del manejo de software especializado (Design-Expert, Estadística y afines).	Inspector de procesos, Jefe de control de calidad, Diseñador de equipamiento industrial.

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Taha, H. A.	2017	Operations Research an Introduction.	England.	Global Edition.	9780132555937
Hillier, F. & Lieberman, G.	2020	Introduction to operations research	New York.	McGraw-Hill.	9781259872990
Perry, R. H. y Green, D. W.	2001	Manual del Ingeniero químico (TOMO 1 a 6).	Madrid.	McGraw-Hill.	9788448130084
Montgomery, D. C.	2013	Design and Analysis of Experiments.	Singapur.	Wiley.	9780470128664
Rao, V. S. H., & Rao, P. R. S.	2009	Dynamic Models and Control of Biological Systems.	Países Bajos.	Springer New York.	978-1-4419-0358-7
Haefner, J. W.	2015	Modeling Biological Systems: Principles and Applications	Alemania.	Springer.	9780387250113
Elnashaie, S. S., Garhyan, P.	2003	Conservation Equations And Modeling Of Chemical And Biochemical Processes.	Estados Unidos.	Taylor & Francis.	0-8247-0957-8

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

Harrison, R. G., Todd, P. W., Rudge, S. R., Petrides, D. P.	2015	Bioseparations Science and Engineering.	Reino Unido.	Oxford University Press.	9780190213732
Doran, P. M., García Labiano, F. J.	1998	Principios de ingeniería de los bioprocesos.	España.	Acribia.	9788420008530
Díaz Fernández, M. (2021).	2021	Ingeniería de bioprocesos.	España.	Paraninfo.	9788413660233

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Montgomery, D. C.	2024	Software Design Expert.	https://www.statease.com/software/design-expert/
-	2024	Statistical Analysis Software (SAS).	https://www.sas.com/en_us/software/stat.html
-	2024	Paquetería office 365.	https://www.microsoft.com/es-mx/microsoft-365

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