

PROGRAMA EDUCATIVO
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA
EN COMPETENCIAS PROFESIONALES

PROGRAMA DE ASIGNATURA: TECNOLOGÍA ENZIMÁTICA

CLAVE: E-TEEN-2

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante realizará el aislamiento y purificación de enzimas en función de sus propiedades fisicoquímicas, biológicas y cinéticas, así como la determinación de la actividad enzimática y parámetros cinéticos con la interpretación de los mecanismos de catálisis, técnicas experimentales y aplicación de modelos matemáticos para su aplicación en procesos biotecnológicos.			
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
ESPECÍFICA	4	4.68	ESCOLARIZADA	5	75

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I. Fundamentos de biocatálisis.	10	5
II. Métodos de extracción de enzimas y su aplicación en bioprocesos.	10	15	25
III. Cinética enzimática.	10	25	35
Totales	30	45	75

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

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Desarrollar bioproceso 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 demuestran que selecciona 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 demuestra que recopila 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.

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. Fundamentos de biocatálisis.					
Propósito esperado	El estudiante predecirá la función y estabilidad de las enzimas de acuerdo a su termodinámica y bioquímica para su aplicación en bioprocesos.					
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
Estructura de las enzimas (enzima, sitio activo, sitio alostérico, apoenzima, cofactores orgánicos e inorgánicos).	Definir los conceptos de enzima, sitio activo, sitio alostérico, apoenzima, cofactor (coenzima y grupo prostético), holoenzima.	Determinar esquemáticamente los componentes que constituyen una enzima.	El estudiante promoverá la creatividad y la actitud propositiva en la resolución de actividades encomendadas.
Clasificación de las enzimas (IUPAQ, mecanismos de reacción, especificidad, función biológica).	<p>Describir la clasificación de las enzimas en función de la IUPAQ, mecanismos de reacción, especificidad, función biológica.</p> <p>Describir las propiedades proteicas, estructurales, cinéticas, termodinámicas y biológicas que caracterizan a una enzima.</p>	Realizar distintas representaciones estructurales de las enzimas.	El estudiante desarrollará la observación, la reflexión, el sentido crítico y una capacidad deductiva ante las problemáticas y necesidades de su entorno para analizar datos y tomar decisiones fundamentadas basadas en la evidencia disponible.
Termodinámica y estabilidad enzimática (energía libre de Gibbs, energía de activación, estabilidad térmica y química).	Identificar los parámetros termodinámicos (energía libre de Gibbs y energía de activación), así como algunos parámetros de estabilidad (térmica y química) relacionados con la funcionalidad de las enzimas.	Predecir la función y estabilidad de las enzimas de acuerdo con sus propiedades termodinámicas y bioquímicas.	

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 Equipos colaborativos Tareas de investigación	Proyector Pintarrón Internet Computadora Equipo de laboratorio	Laboratorio / Taller	
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes identifican un proceso mediado por enzimas.</p> <p>Los estudiantes identifican las propiedades fisicoquímicas y biológicas de una enzima.</p> <p>Los estudiantes identifican los conceptos relacionados a la termodinámica y bioquímica de las enzimas.</p> <p>Los estudiantes comprenden los criterios de clasificación de las enzimas.</p> <p>Los estudiantes relacionan la espontaneidad de una reacción mediada por enzimas a partir del cálculo de la energía libre de Gibbs.</p> <p>Los estudiantes relacionan las propiedades termodinámicas y bioquímicas con la estabilidad y función de una enzima.</p>	<p>A partir de un estudio de caso elaborar y presentar una investigación que incluya el tipo de enzima de estudio, nombre, estructura, clasificación y ejemplos de enzimas de importancia biológica.</p> <p>A partir de un caso de estudio, el estudiante realizará cálculos de parámetros termodinámicos y bioquímicos para predecir la estructura y función de una enzima</p>	<p>Lista de verificación</p> <p>Rúbrica</p>

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

Unidad de Aprendizaje	II. Métodos de extracción de enzimas y su aplicación en bioprocesos.				
Propósito esperado	El estudiante implementará estrategias para la purificación de enzimas de acuerdo con sus propiedades fisicoquímicas y funcionales.				
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
Métodos de extracción enzimática (Describir los métodos de extracción y actividad enzimática específica, identificar los factores que determinan la elección del método de extracción.	<p>Identificar las fuentes de obtención de enzimas.</p> <p>Identificar la localización celular de la enzima.</p> <p>Describir los métodos básicos de extracción y caracterización enzimática. Identificar los factores que determinan la elección del método de extracción enzimática.</p> <p>Relacionar los métodos de espectroscopia óptica (UV-Vis) con la medición de actividad enzimática.</p>	<p>Realizar la extracción de una enzima.</p> <p>Proponer protocolos de caracterización de enzimas.</p>	<p>El estudiante desarrollará las habilidades comunicación clara y colaborar de manera efectiva en equipos para influir de manera positiva en sus equipos y guiar proyectos hacia el éxito.</p> <p>El estudiante asumirá la responsabilidad y honestidad para realizar las actividades en tiempo y forma.</p>

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

Purificación de enzimas (métodos de purificación).	Identificar los métodos básicos de purificación enzimática.	Diseñar protocolos de purificación de enzimas.	El estudiante ejercerá el compromiso en el uso seguro de reactivos, manejo de equipos y residuos para contribuir a la protección del medio ambiente.
Aplicación de las enzimas en las diferentes áreas de la biotecnología.	<p>Describir el tipo de enzimas que son empleadas en la industria biotecnológica actual.</p> <p>Describir la aplicación de las enzimas en las diversas áreas de la biotecnología.</p> <p>Identificar las ventajas del empleo de enzimas en procesos biotecnológicos.</p> <p>Definir el concepto de inmovilización enzimática.</p> <p>Describir los métodos de inmovilización enzimática.</p> <p>Identificar los factores que afectan la inmovilización enzimática.</p>	<p>Seleccionar las enzimas de acuerdo con su aplicación industrial.</p> <p>Documentar las ventajas de utilizar enzimas en procesos.</p> <p>Determinar la factibilidad del uso de enzimas en bioprocesos desde la sustentabilidad, ahorro energético y selectividad.</p> <p>Realizar la inmovilización de una enzima.</p>	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Prácticas en laboratorio Equipos colaborativos Tareas de investigación	Proyector Pintarrón Internet Computadora	Laboratorio / Taller	X

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

	Equipo de laboratorio Materiales y reactivos de laboratorio Manuales de seguridad Equipo de seguridad		
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes identifican las principales fuentes de obtención de enzimas.	A partir de práctica de laboratorio realizar la extracción de una enzima y elaborar un reporte que incluya la descripción del tipo y propiedades de enzima seleccionada, justificación del método de extracción y evaluación de la actividad enzimática.	Guía de observación Rúbrica
Los estudiantes identifican los principales métodos de extracción enzimática.		
Los estudiantes realizan la extracción de una enzima.	A partir de un estudio de caso realizar una propuesta de protocolo para la purificación de una enzima y elaborar un reporte que incluya el tipo de enzima, el área de aplicación y la función de la enzima en el proceso.	
Los estudiantes identifican las áreas de aplicación de las enzimas.		
Los estudiantes comprenden la función de las enzima en un bioproceso.		
Los estudiantes aplican los diversos métodos de purificación de acuerdo con las propiedades fisicoquímicas y estructurales de las enzimas.	A partir de una práctica de laboratorio realizar la inmovilización de una enzima y elaborar un reporte que incluya la descripción de la enzima inmovilizada, la justificación del método de inmovilización y el registro de los factores que afectan la estabilidad de la enzima.	
Los estudiantes identifican los principales métodos de inmovilización enzimática, así como los factores que afectan la inmovilización enzimática como una estrategia para la reutilización de enzimas en un bioproceso.		

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

Unidad de Aprendizaje	III. Cinética enzimática.					
Propósito esperado	El estudiante evaluará los factores que afectan la actividad enzimática y los parámetros cinéticos para establecer las condiciones óptimas de biocatálisis en un bioproceso.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	25	Horas Totales	35

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Conceptos generales (cinética; cinética enzimática, tipos de unidades para expresar la concentración enzimática).	<p>Definir los conceptos de: cinética y cinética enzimática.</p> <p>Describir los parámetros cinéticos K_m y V_{max}.</p> <p>Describir los elementos básicos y explicar los modelos de la catálisis enzimática.</p> <p>Identificar el papel de coenzimas y cofactores en la biocatálisis.</p>	<p>Verificar qué compuestos químicos pueden ser utilizados como coenzimas/cofactores en procesos biocatalíticos.</p>	<p>El estudiante desarrollará el pensamiento analítico a través de la asimilación de conceptos para identificar problemas, analizarlos críticamente y proponer soluciones creativas y efectivas.</p> <p>El estudiante asumirá el compromiso en el uso seguro de reactivos, manejo de equipos y residuos para contribuir a la protección del medio ambiente.</p>
Factores que afectan la cinética enzimática (temperatura, pH, concentración de enzima y de sustrato en la actividad enzimática).	<p>Describir el efecto de la temperatura, pH, concentración de enzima y de sustrato en la actividad enzimática.</p>	<p>Evaluar cambios en la actividad enzimática por efecto de la temperatura, pH, concentración de enzima y de sustrato.</p>	

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

Modelos matemáticos de cinética enzimática (Michaelis-Menten, Lineweaver-Burk y Eadie-Hofstee; describir los parámetros cinéticos K_m , V_{max} , K_{cat} , los modelos matemáticos de regresión lineal y no lineal; Métodos cinéticos de dos sustratos y dos productos).	<p>Describir los principales mecanismos de catálisis enzimática (alostéricos y Michaelis-Menten).</p> <p>Describir las ecuaciones de los modelos cinéticos (Michaelis-Menten y alostéricos).</p> <p>Explicar el significado práctico de K_m (constante de afinidad), K_{cat} (constante de recambio) y K_{cat}/K_m (eficiencia catalítica).</p> <p>Explicar los métodos de linealización del modelo de Michaelis-Menten (Lineweaver-Bürk, Eadie Hofstee y Hannes) y su ajuste en la cinética enzimática.</p>	<p>Construir representaciones gráficas de los distintos mecanismos de catálisis enzimática.</p> <p>Estimar parámetros cinéticos en reacciones catalizadas por enzimas. Evaluar la eficiencia catalítica de enzimas que catalizan la misma biorreacción.</p> <p>Determinar los parámetros cinéticos a partir de los métodos de linealización y ajuste.</p>	
Inhibición enzimática (competitiva, no competitiva, acompetitiva, mixta y sus parámetros cinéticos).	Identificar los tipos de inhibición, sus parámetros cinéticos, utilizando modelos de linealización.	Determinar los tipos de inhibición enzimática.	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje

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

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Prácticas en laboratorio Equipos colaborativos Tareas de investigación	Proyector Pintarrón Internet Computadora Equipo de laboratorio Materiales y reactivos de laboratorio Manuales de seguridad Equipo de seguridad	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
<p>Los estudiantes identifican los conceptos de cinética y cinética enzimática.</p> <p>Los estudiantes relacionan el efecto de la Temperatura, el pH, la concentración de enzima y de sustrato con la actividad enzimática.</p> <p>Los estudiantes comprenden los modelos matemáticos de cinética enzimática.</p> <p>Los estudiantes comprenden el procedimiento para calcular K_m y V_{max} en una cinética enzimática.</p> <p>Los estudiantes identifican los tipos de inhibición enzimática.</p>	<p>A partir de una práctica de laboratorio, ejecutar la cinética enzimática y elaborar un informe que incluya las características de la enzima utilizada, ejemplos factores que afectan la cinética enzimática, protocolo de medición de la actividad enzimática, os parámetros cinéticos de K_m y V_{max} y su interpretación, tipo de inhibición, resultados y discusión de la determinación de actividad enzimática, conclusiones, bibliografía.</p> <p>A partir de un caso de estudio elaborar un informe que contenga los esquemas de los mecanismos de catálisis enzimática y la importancia de los cofactores/coenzimas en procesos biocatalíticos.</p>	<p>Guía de observación</p> <p>Rúbrica</p>

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
Ing. en Biotecnología, Ing. Químico, Ing. Bioquímico, Q.F.B., Químico.	Habilidades de comunicación efectiva, capacidad para explicar conceptos complejos de manera clara y capacidad para diseñar actividades prácticas que ayuden a los estudiantes a comprender los principios teóricos, manejo de herramientas didácticas para enseñanza-aprendizaje, de evaluación y técnicas de manejo de grupos.	Experiencia en el área de laboratorio, de investigación académica o en la industria, participando en proyectos relacionados con la caracterización de enzimas, el estudio de mecanismos de reacción enzimática, o el diseño y desarrollo de biocatalizadores.

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Vázquez Duhalt R.	2019	Termodinámica biológica	México	AGT editor	978-607-7551-47-8
Oliver May	2019	Industrial Enzyme Applications	Estados Unidos	Wiley & Sons, Incorporated.	9783527343850
Daniel L. Purich	2021	Essential Enzyme Kinetics, A Textbook for Molecular Life Scientists	Países Bajos	Academic Press, Elsevier.	9780128218082
F. Xavier Malcata	2023	Analysis of Enzyme Reaction Kinetics, 2 Volume Set.	Estados Unidos	Wiley & Sons, Incorporated.	9781119490241
Harry Morrison	2020	Enzyme Active Sites and Their Reaction Mechanisms.	Países Bajos	Elsevier Science & Technology	9780128210673
Haruo Suzuki	2019	How Enzymes Work: From Structure to Function. Second edition.	Estados Unidos	Pan Stanford Publishing.	9789814800662
Sarika Garg	2018	Commercially Important Enzymes.	Canadá	Arcler Education INC	9781773611198

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

				International Concepts.	
Robert A. Copeland	2023	Enzymes: a Practical Introduction to Structure, Mechanism, and Data Analysis. Third edition.	Estados Unidos	Wiley & Sons, Incorporated.	9781119793250

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Swiss Bioinformatics Resource Portal		Expasy	https://www.expasy.org
Leibniz Institute DSMZ German Collection of Microorganisms and Cell Cultures GmbH		BRENDA	https://www.brenda-enzymes.org
Biomodel		Laboratorio virtual	https://biomodel.uah.es/metab/inicio.htm
Centro Nacional de Información Biotecnológica		Biblioteca Nacional de Medicina	https://www.ncbi.nlm.nih.gov

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