

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

**PROGRAMA DE ASIGNATURA: METABOLISMO SECUNDARIO**

**CLAVE: E-MESE-3**

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El alumno evaluará la producción de metabolitos secundarios a partir de microorganismos y plantas en diferentes bioprocesos, a través de técnicas de extracción, separación, purificación y estudios biodirigidos, para determinar sus aplicaciones en diversas áreas y disciplinas.			
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
<b>ESPECÍFICA</b>	<b>9</b>	<b>3.75</b>	<b>ESCOLARIZADA</b>	<b>4</b>	<b>60</b>

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I. Introducción al metabolismo secundario	8	22
II. Técnicas de estudio de los metabolitos secundarios	4	6	10
III. Aplicaciones de los metabolitos secundarios en diferentes áreas y disciplinas	6	14	20
<b>Totales</b>	<b>18</b>	<b>42</b>	<b>60</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 DE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Organizar los conocimientos teórico-prácticos básicos mediante actividades que permitan la selección de técnicas y procedimientos para la toma de decisiones en el desarrollo de bienes y servicios biotecnológicos.	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 que comprende el conocimiento teórico práctico para el desarrollo de bienes y servicios biotecnológicos
Desarrollar bioprocesos mediante la transformación de insumos químicos y biológicos para generar bienes y servicios.	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
Implementar los bioprocesos optimizados a través de la integración del conocimiento para la innovación de bienes y servicios biotecnológicos.	Gestionar los recursos mediante el análisis de datos para innovar los bioprocesos	Genera evidencias que demuestran la implementación del proyecto, recolección y evaluación de datos, así como un análisis para evaluar el impacto de la innovación

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Introducción al metabolismo secundario					
Propósito esperado	El estudiante analizará las generalidades del metabolismo de plantas y microorganismos para producir metabolitos secundarios.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	8	Horas del Saber Hacer	22	Horas Totales	30

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

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Metabolismo primario de las plantas y microorganismos.	Definir las características de los grupos de biomoléculas derivadas del metabolismo primario de plantas y microorganismos.	Determinar las principales biomoléculas del metabolismo primario en plantas y microorganismos.	El estudiante desarrollará el pensamiento analítico a través de la implementación de experimentos de laboratorio para la recopilación y evaluación de resultados.
Biomoléculas derivadas del metabolismo primario.	Identificar la distribución de las biomoléculas derivadas del metabolismo primario de plantas y microorganismos. Describir las características del metabolismo secundario de plantas: terpenos, esteroides, fenoles y alcaloides.	Explicar la función de las biomoléculas generadas del metabolismo primario de plantas y microorganismos.	
Metabolismo primario de microorganismos (bacterias, hongos y levaduras).	Describir las características del metabolismo secundario de microorganismos: bacterias, hongos y levaduras.	Determinar las características de los metabolitos secundarios de plantas: terpenos, esteroides, fenoles y alcaloides.	
Metabolismo secundario de plantas (terpenos, esteroides, fenoles y alcaloides).	Describir las características del metabolismo secundario de microorganismos: bacterias, hongos y levaduras.	Determinar las características de los metabolitos secundarios de microorganismos: bacterias, hongos y levaduras.	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Prácticas de laboratorio Estudio de caso Tareas de investigación	Proyector Equipo de cómputo/Internet Material bibliográfico Pintarrón	Laboratorio / Taller	X

<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 DE 2024	

	Laboratorio		
		<b>Empresa</b>	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes comprenden y analizan las funciones de las biomoléculas que participan en el metabolismo primario y secundario de plantas y microorganismos.	A partir de un caso práctico, elaborar un informe sobre un microorganismo, una planta y los metabolitos que generan, que contenga: a) Marco teórico de las biomoléculas del metabolismo primario y secundario de plantas y microorganismos seleccionados. b) Cuadro comparativo de los metabolitos de interés del metabolismo primario y secundario de plantas y microorganismos c) Conclusiones d) Referencias bibliográficas actualizadas	Rúbrica Evaluación de desempeño

Unidad de Aprendizaje	II. Técnicas de estudio de los metabolitos secundarios					
Propósito esperado	El estudiante implementará los diferentes métodos de extracción, separación y purificación para obtener metabolitos secundarios a partir de plantas y microorganismos, así como el diseño de rutas metabólicas mediante estudios biodirigidos.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	4	Horas del Saber Hacer	6	Horas Totales	10

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

Temas	Saber	Saber Hacer	Ser y Convivir
	Dimensión Conceptual	Dimensión Actuacional	Dimensión Socioafectiva
Métodos de extracción	Definir los métodos de extracción de compuestos derivados del metabolismo secundario de plantas y microorganismos.	Evaluar los diferentes métodos de extracción de metabolitos secundarios de plantas y microorganismos.	El estudiante asumirá la responsabilidad, trabajo en equipo y liderazgo para una adecuada selección de las técnicas de laboratorio.
Métodos de separación	Definir los métodos de separación de compuestos derivados del metabolismo secundario de plantas y microorganismos.	Seleccionar los diferentes métodos de separación de metabolitos secundarios de plantas y microorganismos.	
Métodos de purificación	Definir los métodos de purificación de compuestos derivados del metabolismo secundario de plantas y microorganismos.	Valorar los diferentes métodos de purificación de metabolitos secundarios de plantas y microorganismos.	
Estudios biodirigidos (identificación de metabolitos secundarios).	Identificar los metabolitos secundarios de plantas y microorganismos en una ruta metabólica determinada	Determinar los metabolitos secundarios de plantas y microorganismos en una ruta metabólica determinada.	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Prácticas de laboratorio Portafolio de evidencias Tareas de Investigación	Proyector  Equipo de cómputo/Internet	Laboratorio / Taller	X

<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 DE 2024	

	Material bibliográfico Pintarrón Laboratorio Software Reactome <a href="https://reactome.org/">https://reactome.org/</a>		
		<b>Empresa</b>	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes identifican y aplican los diferentes métodos para la extracción, separación y purificación de los metabolitos secundarios; así como el diseño de rutas de biosíntesis de plantas y microorganismos.	<p>A partir de un caso práctico realizar un informe técnico acerca de un análisis metabólico que contenga:</p> <p>a) Fundamento teórico de las técnicas de extracción, separación, purificación y análisis de los metabolitos secundarios de interés de plantas y microorganismos</p> <p>b) Técnicas y metodología elegidas para la cuantificación de los metabolitos secundarios de interés</p> <p>c) Ejercicios de simulación para la identificación de un metabolito de interés en una ruta metabólica determinada</p> <p>d) Resultados del análisis metabólico realizado</p> <p>e) Conclusiones</p> <p>f) Referencias bibliográficas actualizadas</p>	Rúbrica Evaluación de desempeño

<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 DE 2024	

Unidad de Aprendizaje	III. Aplicaciones de los metabolitos secundarios en diferentes áreas y disciplinas					
Propósito esperado	El estudiante identificará la aplicación de los metabolitos secundarios para desarrollar bioproductos en diferentes áreas y disciplinas.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	6	Horas del Saber Hacer	14	Horas Totales	20

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Importancia de los metabolitos secundarios en las diferentes áreas de la biotecnología (metabolitos vegetales y metabolitos microbianos)	Definir la importancia de los metabolitos secundarios de plantas y microorganismos en diferentes áreas y disciplinas.	Evaluar los metabolitos secundarios de plantas y microorganismos en diferentes áreas y disciplinas.	El estudiante ejercerá el pensamiento holístico, ético y creativo para la resolución de problemas e innovación en la obtención de bioproductos.

Proceso Enseñanza-Aprendizaje		
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo
		Aula

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

Prácticas de laboratorio Portafolio de evidencias Tareas de Investigación	Proyector  Laboratorio  Pintarrón  Equipo de cómputo/ internet	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes determinan y evalúan los metabolitos secundarios de plantas y microorganismos en las diferentes áreas y disciplinas.	A partir de un caso práctico, elaborar un ensayo que contenga: a) Una descripción del panorama de las aplicaciones de los metabolitos secundarios de plantas y microorganismos. b) Valores de productividad de los metabolitos generados c) Resultados d) Conclusiones e) Referencias bibliográficas actualizadas	Rúbrica Evaluación de desempeño

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional

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



Ing. Bioquímico, Biólogo, Químico Farmacéutico Biólogo, Ing. Químico, Ing. en alimentos, Ing. Agroindustrial, Ing. Biotecnólogo. Ing. Agrónomo y áreas afines.	manejo de herramientas didácticas para enseñanza-aprendizaje, de evaluación, técnicas de manejo de grupos	Experiencia en plantas y microorganismos y su aplicación en la biotecnología e industria.
---	---	--

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Teresa Whei-Mei Fan, Richard M. Higashi, Andrew Lane	2012	The Handbook of Metabolomics	Estados Unidos	Springer	978- 1617796180
Qi Xiaoquan, Chen Xiaoya, Wang Yulan. 2014.. 978-9401792905	2014	Plant metabolomics: Methods and applications	Estados Unidos	Springer Dordrecht	978- 9401792905
Hiroyasu Aizawa	2001	Metabolic Maps - Pesticides, Environmentally Relevant Molecules and Biologically Active Molecules	Estados Unidos	Academic Press	12-0456052
Christou P.Klee H.. J Wiley & Sons. Chichester. ISBN:	2004	Handbook of Plant Biotechnology	Estados Unidos	John Wiley & Sons, Ltd.	9780470869147
Heldt H.W. y Heldt T F	2005	Plant biochemistry	Estados Unidos	Academic Press	9780128102145
Nielsen, J., Jewett, M.C	2007	Metabolomics: a powerful tool in sytems biology	Berlin Heidelberg, Alemania	Springer- Verlag	9783540747185
Wink M.	2010	Functions and biotechnology of plant secondary metabolites.	U.K	Wiley- Blackwell	9781405185288

<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 DE 2024	

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Gyanendra Singh, Yanlei Ma	2010	Metabolomics and Systems Biology	<a href="http://www.academicjournals.org/journal/JMSB">http://www.academicjournals.org/journal/JMSB</a>
Días, M. C., Pinto, D. C., and Silva, A. M.	2021	Plant flavonoids: Chemical characteristics and biological activity. Molecules	<a href="https://doi.org/10.3390/molecules26175377">https://doi.org/10.3390/molecules26175377</a>
Deborah Bourc'his , Ivana de la Serna , Liane P Fernandes , Leonhard X Heinz , David P Hill , Christian Löw , Marco Marchi , Alexandre Orthwein , Fabien Pierrel , Fiorella Tonello , Noriko Toyama- Sorimachi y Mark Williams	2016	Software Reactome	<a href="https://reactome.org/">https://reactome.org/</a>
Arthur Germano Fett-Neto	2016	Biotechnology of Plant Secondary Metabolism	<a href="https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4939-3393-8">https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4939-3393-8</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 DE 2024	