

PROGRAMA DE ASIGNATURA: BIORREMEDIACIÓN

CLAVE: E-BIOR-3

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante elaborará un plan de biorremediación y fitorremediación en suelo y agua, mediante técnicas de reproducción, aplicación y evaluación de organismos para contribuir con la restauración ambiental.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Evaluar sistemas de producción y transferencia de tecnología en el sector agrícola para la innovación agrobiotecnológica.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	8	4.68	Escolarizada	5 horas	75

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I.- Fundamentos de biorremediación	10	15
II.- Biorremediación de suelo y agua	10	15	25
III.- Fitorremediación	10	15	25
Totales	30	45	75

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-43.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad de Aprendizaje	I. Fundamentos de biorremediación.					
Propósito esperado	El estudiante determinará los contaminantes de suelo y agua para establecer estrategias de biorremediación.					
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
Conceptos generales.	Identificar el concepto de biorremediación y sus asociados: fitorremediación, biodegradación, bioacumulación, cometabolismo, bioestimulación y bioaumentación.	Aplicar los conceptos teóricos de biorremediación mediante métodos y tecnologías asociadas.	Desarrollar el pensamiento analítico y crítico a través de la identificación de conceptos básicos de biorremediación de suelo y agua para resolver problemas en su formación académica o su entorno.
Normativa y legislación aplicada al tratamiento de agua y suelo agrícola.	Describir la normativa y legislación aplicada al tratamiento de agua y suelo. Explicar el funcionamiento de los biosensores.	Determinar los contaminantes en suelo y agua empleando las Normas Mexicanas vigentes en biorremediación.	
Tipos de contaminantes en agua y suelo agrícola.	Distinguir tipos de biorremediación (agua, suelo, aire), contaminantes y efectos nocivos. Identificar factores bióticos, abióticos y actividades antropogénicas en la contaminación.	Evaluar tipos de biorremediación, contaminantes, efectos nocivos y factores bióticos, abióticos y actividades antropogénicas en la contaminación.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-43.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Tareas de investigación. Prácticas de laboratorio. Equipos colaborativos.	Pizarrón, cañón, computadora, bibliografía especializada, reactivos, equipos y material de laboratorio.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes caracterizan los contaminantes presentes en suelo y agua empleando la Normatividad Mexicana vigente.	A partir de un caso práctico se entregará un reporte que contenga: -Parámetros físicos-químicos y biológicos presentes en suelo y agua. - Tipos y características de contaminación. - Factores que influyen en la contaminación. - Importancia de la biorremediación. -Normas Mexicanas aplicables para la determinación de los contaminantes. -Análisis de límites máximos permisibles.	Examen. Reporte de práctica.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-43.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Unidad de Aprendizaje	II. Biorremediación de suelo y agua.					
Propósito esperado	El estudiante elaborará un plan de biorremediación de suelo y agua para contribuir con los procesos de restauración ambiental.					
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
Organismos utilizados.	Identificar los organismos que pueden utilizarse en la biorremediación: bacteria, algas, hongos Describir las técnicas de reproducción de los organismos a utilizar	Reproducir microorganismos para biorremediación de suelos y agua.	Fomentar el desarrollo del sentido de responsabilidad y resiliencia comprendiendo la importancia de un pensamiento ético y reflexivo sobre las técnicas de biorremediación para contribuir a la conservación y restauración de agroecosistemas contaminados.
Métodos de biorremediación de suelo y técnicas de evaluación.	Identificar los factores bióticos y abióticos que afectan la bioestimulación y la bioaumentación. Describir los procesos de bioestimulación y la bioaumentación. Explicar los métodos de biorremediación de suelo.	Establecer ensayos de biorremediación en suelo y agua.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-43.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Métodos de biorremediación de agua y técnicas de evaluación.	Describir los métodos de biorremediación de contaminantes orgánicos y xenobióticos. Describir las técnicas de evaluación de la biorremediación.	Evaluar ensayos de biorremediación.	
--	---	-------------------------------------	--

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Tareas de investigación. Prácticas de laboratorio. Equipos colaborativos.	Pizarrón, cañón, computadora, bibliografía especializada, reactivos, equipos y material de laboratorio.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes identifican la aplicación y uso de microorganismos y técnicas en la biorremediación.	A partir de un caso práctico de biorremediación en suelo entregará un reporte que contenga: - Microorganismos utilizados en la biorremediación -Método de biorremediación y su justificación. -Factores bióticos y abióticos implicados.	Examen. Reporte de práctica.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-43.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	-Método de aplicación del microorganismo. -Resultados, discusión y conclusión.	
--	---	--

Unidad de Aprendizaje	III. Fitorremediación.				
Propósito esperado	El estudiante elaborará un plan de fitorremediación de suelo y agua para contribuir con los procesos de restauración ambiental.				
Tiempo Asignado	Horas del Saber	10	Horas del Saber Hacer	15	Horas Totales 25

Temas	Saber	Saber Hacer	Ser y Convivir
	Dimensión Conceptual	Dimensión Actuacional	Dimensión Socioafectiva
Métodos de fitorremediación en suelo.	Identificar los factores bióticos y abióticos que afectan la fitorremediación. Describir los métodos de fitorremediación en compuestos orgánicos y compuestos xenobióticos.	Establecer métodos para fitorremediación en suelo y agua.	Asumir un enfoque proactivo y organizado tanto individualmente como en equipo, abordando las necesidades de biorremediación del suelo y agua en el ámbito agrobiotecnológico, ejerciendo liderazgo en las prácticas de laboratorio y campo para coordinar las actividades y garantizar su éxito.
Especies vegetales utilizadas.	Explicar los mecanismos de acción de los vegetales para degradar contaminantes. Describir las especies vegetales con potencial descontaminante. Explicar las técnicas de reproducción o propagación de plantas para fitorremediación.	Determinar especies vegetales para fitorremediación.	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-43.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Evaluación de la Fitorremediación.	Identificar las estrategias de establecimiento de las plantas para remediación de suelos. Describir las técnicas de evaluación de la fitorremediación. Identificar las variables de seguimiento de la fitorremediación. Identificar las variables de seguimiento de la biorremediación.	Evaluar ensayos de fitorremediación.	
------------------------------------	---	--------------------------------------	--

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Tareas de investigación. Prácticas de laboratorio. Equipos colaborativos.	Pizarrón, cañón, computadora, bibliografía especializada, reactivos, equipos y material de laboratorio.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes identifican la aplicación y uso de especies vegetales utilizadas en la fitorremediación.	A partir de un caso práctico de fitorremediación en suelo o agua entregará un reporte que contenga: -Principales compuestos contaminantes.	Examen. Reporte de práctica.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-43.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

	<p>-Especies vegetales empleadas en la fitorremediación.</p> <p>-Método de fitorremediación y su justificación.</p> <p>-Factores bióticos y abióticos involucrados.</p> <p>-Resultados, discusión y conclusión.</p>	
--	---	--

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Licenciado en Biología, Ingeniero Ambiental, Agrónomo, Biotecnología, Agrobiotecnología, Agrotecnología o área afín preferentemente con Maestría o Doctorado con especialidad en Ambiental.	Habilidad en diseño curricular, técnicas de enseñanza - aprendizaje activas, evaluación formativa y manejo de dinámicas de grupo.	Experiencia en proyectos de biorremediación, consultoría e investigación en Biotecnología Ambiental, implementación de técnicas de remediación y cursos especializados en biorremediación y gestión ambiental.

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Alarcón, A., Ferrera, C. R.	2012	Biorremediación: estrategias contra la contaminación ambiental.	México.	Libros en Red.	ISBN: 978-1597547284
Kumar, S.	2022	Biorremediación de metales pesados: participación bacteriana (Spanish Edition).	Guadalajara, México.	Ediciones Nuestro Conocimiento.	ISBN-13: 978-6204987972.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-43.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Silva-Siqueira, F., Walter, M. E., Sousa, C. A.	2023	Bioprospección de microorganismos biorremediadores: con potencial de biorremediación de residuos grasos de efluentes domésticos en el quilombo de Taquaraçu-MG (Spanish Edition).	Guadalajara, México.	Ediciones Nuestro Conocimiento.	ISBN-13: 978-6206528692.
Sugitha, S., Abirami, G., Suganthi, M.	2023	Contaminación ambiental y biorremediación (Spanish Edition).	Guadalajara, México.	Ediciones Nuestro Conocimiento.	ISBN-13: 978-6206964926.
Tripathi, M.	2022	Bioremediation: challenges and advancements.	Emiratos Árabes Unidos	Bentham Science Publishers.	ISBN-13: 978-9815036046.

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Alonso, F. A. M., Palacios, A. D., and Guadalupe M. N.	31 de mayo de 2024.	Biorremediación en aguas residuales acuícolas: una revisión.	https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7577
Congcong, W., Dan, T., Jin D., Xingyuan, T., Yuting B., Jiali, N., Qing, Z., Hui, S., Raymond, J., Leger, St. and Weiguo, F.	31 de mayo de 2024.	Bioremediation of mercury-polluted soil and water by the plant symbiotic fungus <i>Metarhizium robertsii</i> .	https://doi.org/10.1073/pnas.2214513119
Liu, C. J., Deng, S. G., Hu, C. Y., Gao, P.,	31 de mayo de 2024.	Applications of bioremediation and phytoremediation in contaminated soils and waters: CREST publications during 2018–2022.	https://doi.org/10.1080/10643389.2023.2168365

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-43.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	

Khan, E., Yu, C. P., and Ma, L. Q.			
Papaqui-Climaco, J.	31 de mayo de 2024.	Biorremediación fúngica de metales pesados del compost de RSOM/U.	https://doi.org/10.5281/zenodo.11183512
Tyagi, B. and Kuma N.	31 de mayo de 2024.	Bioremediation: principles and application in environmental management, toxicity, mechanisms of contaminants degradation, detoxification and challenges.	https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820524-2.00001-8

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-43.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE DE 2024	