

**LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN AGROBIOTECNOLOGÍA
EN COMPETENCIAS PROFESIONALES**

PROGRAMA DE ASIGNATURA: BIOFERTILIZANTES

CLAVE: E-BOF-2

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El estudiante formulará biofertilizantes a partir de técnicas de aislamiento y purificación de bacterias fijadoras de nitrógeno y micorrizas para contribuir al desarrollo sustentable de la producción vegetal.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Elaborar bioproductos mediante técnicas biotecnológicas y agroecológicas para incrementar la productividad en los sistemas agrícolas			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	5	4.68	Escolarizada	5	75

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
	I.- Introducción a los biofertilizantes.	5	7
II.- Bacterias fijadoras de nitrógeno.	7	15	22
III.-Micorrizas	10	15	25
IV.- Aplicación y evaluación de biofertilizantes.	6	10	16
Totales	28	47	75

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

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Implementar técnicas agrobiotecnológicas para elaboración de bioproductos.	Emplear técnicas agrobiotecnológicas para la elaboración y uso de bioproductos.	Obtiene bioproducto (s) y elabora un reporte que incluya Función del bioproducto, métodos y técnicas de elaboración y aplicación del bioproducto, efectividad del bioproducto, costos de producción.

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. Introducción a los biofertilizantes.					
Propósito esperado	El estudiante identificará conceptos básicos sobre Biofertilizantes y su importancia en la nutrición para mejorar el rendimiento de los cultivos agrícolas.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	5	Horas del Saber Hacer	7	Horas Totales	12

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Microorganismos útiles en la agricultura.	Explicar el concepto de biofertilizante. Identificar los microorganismos simbióticos y no simbióticos. Identificar los microorganismos promotores del crecimiento vegetal. Identificar las bacterias solubilizadoras de fósforo. Identificar los microorganismos quelantes. Identificar los microorganismos antagonistas	Seleccionar los microorganismos adecuados, para cada tipo de biofertilizante y especie vegetal a cultivar	Desarrollar el sentido de responsabilidad y resiliencia tomando como base los conocimientos sobre organismos para elaborar biofertilizantes y los factores abióticos que los afectan
Tipos de biofertilizantes a base de bacterias, micorrizas y algas	Identificar los biofertilizantes microbianos sólidos, características y aplicaciones. Identificar los biofertilizantes líquidos, características y aplicaciones.	Seleccionar biofertilizantes de acuerdo a la especie vegetal de interés.	
Tipos de sustrato	Identificar los distintos sustratos de elaboración de biofertilizantes: sólidos y líquidos.	Preparar sustratos para la elaboración de biofertilizantes.	

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

	Explicar los métodos de preparación de sustratos de biofertilizantes.		
--	---	--	--

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	X
Documental Equipos colaborativos Tareas de investigación	Pintarrón, gises o marcadores, proyector o pantalla, computadora.	Laboratorio / Taller	
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes comprenden los conceptos básicos del proceso de elaboración de biofertilizantes y sus fundamentos.	El estudiante resuelve cuestionarios de los conceptos básicos relacionados con los biofertilizantes.	Evaluación de conocimientos a partir de un cuestionario. Lista de cotejo.

Unidad de Aprendizaje	II. Bacterias fijadoras de nitrógeno.
Propósito esperado	El estudiante elaborará un biofertilizante con bacterias fijadoras de nitrógeno para contribuir al desarrollo del vegetal.

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

Tiempo Asignado	Horas del Saber	7	Horas del Saber Hacer	15	Horas Totales	22
------------------------	------------------------	---	------------------------------	----	----------------------	----

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Microorganismos fijadores de nitrógeno.	Explicar el concepto de Fijación biológica de nitrógeno (FBN) Identificar los microorganismos fijadores de nitrógeno simbióticos. Identificar los microorganismos fijadores de nitrógeno de vida libre.	Determinar la especie de bacteria fijadora de nitrógeno.	Desarrollar el proceso de pensamiento analítico al comprender la importancia de las bacterias y micorrizas en los sistemas de Manejo Integrado de la nutrición de cultivos
Características y requerimientos de bacterias fijadoras de nitrógeno.	Explicar el efecto de los factores edafoclimáticos sobre la FBN Identificar las características de las bacterias fijadoras de nitrógeno Explicar los requerimientos edafoclimáticos para llevar a cabo FBN.	Determinar las necesidades edafoclimáticas para el crecimiento de bacterias fijadoras de nitrógeno	
Aislamiento y purificación de bacterias fijadoras de nitrógeno.	Explicar los métodos de aislamiento y purificación de bacterias fijadoras de nitrógeno. Identificar las condiciones de incubación durante el periodo de aislamiento.	Aislar y purificar bacterias fijadoras de nitrógeno.	
Elaboración de biofertilizantes con bacterias fijadoras de nitrógeno.	Explicar los métodos para elaborar biofertilizantes a partir de bacterias fijadoras de nitrógeno Seleccionar el sustrato de acuerdo al tipo de bacteria para la elaboración de biofertilizantes	Elaborar biofertilizantes a partir de bacterias de interés.	

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

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

		Aula	
Análisis de casos Prácticas en laboratorio/campo Equipos colaborativos	Pintarrón, gises o marcadores, proyector o pantalla, computadora, microscopio/estereoscopio, muestras de suelo, alcohol al 70%, cajas petri, medios de cultivo, asas bacteriológicas, refrigerador, matraces, tubos de ensayo, centrífuga, autoclave, campana de flujo laminar, incubadora, claves taxonómicas, normas oficiales y mexicanas actualizadas sobre biofertilizantes, bibliografía especializada.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación					
Resultado de Aprendizaje		Evidencia de Aprendizaje		Instrumentos de evaluación	
Los estudiantes identifican las principales bacterias fijadoras de nitrógeno y sus requerimientos para su reproducción y elaboración de biofertilizantes.		A partir de un caso práctico de un cultivo entregará un reporte que contenga: - Portada - Introducción - Materiales y métodos - Nombre el cultivo - Identificación de bacterias fijadoras de nitrógeno asociadas al cultivo. - Conclusión -Literatura citada		- Rúbrica - Estudio de caso	
Unidad de Aprendizaje	III. Micorrizas.				
Propósito esperado	El estudiante producirá biofertilizantes con micorrizas para contribuir a la asimilación de fósforo en las plantas.				
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
-------	-------------------------------	--------------------------------------	---

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

Tipos de micorrizas. Interacción micorriza-planta.	Explicar el concepto de micorriza. Explicar los tipos de micorriza: Arbuscular, ectomicorriza, arbutoide, orquidacea, monotropoide y ericácea. Explicar las características de la simbiosis con micorriza arbuscular	Seleccionar y reproducir las micorrizas específicas para cada especie vegetal a cultivar	Desarrollar un pensamiento bioético y reflexivo sobre la importancia del uso responsable de los organismos para elaborar biofertilizantes, por su impacto social y ambiental. Desarrollar el proceso de pensamiento analítico, creativo e innovador al evaluar los biofertilizantes con diferentes dosis y técnicas de aplicación.
Características y requerimientos de la micorriza arbuscular.	Identificar los requerimientos nutricionales y edafoclimáticos de la micorriza arbuscular Identificar las plantas con alta afinidad micorrízica Identificar las especies vegetales idóneas y el sustrato para propagar la micorriza arbuscular. Explicar los métodos de propagación de la micorriza arbuscular.	Determinar los requerimientos para la propagación de micorrizas	
Aislamiento de la micorriza y elaboración de biofertilizante	Identificar los métodos de aislamiento de la micorriza arbuscular Describir los requerimientos edafoclimáticos necesarios en la propagación y conservación del biofertilizante micorrízico. Explicar el método de elaboración de biofertilizante micorrízico.	Aislar y purificar diferentes tipos de micorrizas para elaborar biofertilizantes	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Documental Equipos colaborativos Tareas de investigación	Pintarrón, gises o marcadores, proyector o pantalla, computadora, microscopio/estereoscopio, alcohol al 70%, cajas petri, medios de cultivo, campana de flujo laminar, autoclave, asas bacteriológicas y micológicas, cámara de neubauer, parafilm,	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

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

	refrigerador, matraces, incubadora, claves taxonómicas o morfológicas, normas oficiales y mexicanas actualizadas, bibliografía especializada.		
--	---	--	--

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes identifican las principales bacterias fijadoras de nitrógeno y sus requerimientos para reproducción y elaboración de biofertilizantes.	A partir de un caso práctico de un cultivo entregará un reporte que contenga: - Portada - Introducción - Materiales y métodos - Nombre el cultivo - Identificación de micorrizas presentes en el cultivo. - Conclusión -Literatura citada	- Rúbrica - Reporte de práctica

Unidad de Aprendizaje	IV. Aplicación y evaluación de biofertilizantes.					
Propósito esperado	El estudiante evaluará la efectividad de los biofertilizantes realizados y su contribución para la nutrición de los cultivos agrícolas.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	6	Horas del Saber Hacer	10	Horas Totales	16

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Normatividad.	Identificar la normatividad aplicable al uso de biofertilizantes	Aplicar la normatividad vigente en algún estudio de caso real	Desarrollar un pensamiento bioético y reflexivo sobre la

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

Métodos de evaluación de la eficacia.	Describir los métodos para evaluar biofertilizantes. Describir el proceso de evaluación de la carga microbiana por volumen o por peso.	Evaluar la efectividad de los biofertilizantes de acuerdo a diferentes dosis y técnicas de aplicación	importancia del uso responsable de los organismos para elaborar biofertilizantes, por su impacto social y ambiental.
Buenas prácticas del uso de biofertilizantes.	Explicar los métodos de inoculación de la micorriza. Explicar los métodos de aplicación de biofertilizantes.	Aplicar las buenas prácticas de uso de biofertilizantes	Desarrollar el proceso de pensamiento analítico, creativo e innovador al evaluar los biofertilizantes con diferentes dosis y técnicas de aplicación.

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	
Análisis de casos Prácticas en laboratorio/campo Equipos colaborativos	Pintarrón, gises o marcadores, proyector o pantalla, computadora, ofimática, software para análisis de datos, aspersoras, drones, invernadero, equipo de seguridad, microscopio/estereoscopio, lupas de campo.	Laboratorio / Taller	X
		Empresa	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
Los estudiantes identifican los principales tipos de micorrizas y sus requerimientos para su reproducción y elaboración de biofertilizantes.	A partir de un caso práctico de evaluación de efectividad de biofertilizantes en laboratorio o campo entregará un reporte que contenga:	- Rúbrica - Reporte de práctica

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

	<ul style="list-style-type: none"> - Portada - Introducción - Materiales y métodos - Resultados y discusión - Conclusiones - Literatura citada 	
--	--	--

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
Ing. Agrónomo, Ing. Suelos, Ing. en Fitotecnia, Ing. en Agrotecnología, Ing. Agrobiotecnólogo, Ing. en Agroecología, Ing. Forestal. Ing. Horticultura o afines.	Manejo de: Herramientas didácticas para Enseñanza-Aprendizaje, de Evaluación, de Técnicas de manejo de grupos.	Producción agrícola, Nutrición de cultivos, Análisis microbiológico de suelo, Manejo de equipos de aplicación de agroinsumos, Estudios de efectividad biológica

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Alarcón A. y Ferrera-Cerrato R.	2000	Ecología, fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular.	México	Mundi-Prensa	ISBN: 968746223X; 9789687462233

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

Ramírez, V. H., Paredes, J. C. R., & Rodríguez, H. A. H.	2024	Análisis fisicoquímico de un biofertilizante hidrolizado para uso en la agricultura. Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical,	México	Chapingo	DOI:10.5154/r.rchsat.2023.04.02
Canizalez-Silva, M., Blanco-Macías, F., España-Luna, M. P., de la Rosa-Rodríguez, R., Lara-Herrera, A., & Lozano-Gutiérrez, J. (2024)., 11(1).	2024	Microorganismos en la biofertilización del cultivo de maíz como complemento a la fertilización química.	México	Ecosistemas y Recursos Agropecuarios	DOI:10.19136/era.a11n1.3903
Navarro, G. G. y Navarro G. S. (2023).	2023	Fertilizantes. Química y acción.	México	Mundi-prensa	ISBN: 9788484767633
Flores G. A. C.	2014	Biofertilizantes microbianos	México	UADEC	ISBN: 978-607-402-177-1

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
Vega Daza, M. A.	8 de mayo de 2024	Propuesta de aprovechamiento de residuos agroindustriales para la generación de biofertilizantes en el departamento de Cundinamarca.	https://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/9420 https://hdl.handle.net/20.500.11839/9420
Aguado-Santacruz, G.	8 de mayo de 2024	Introducción al Uso y Manejo de los Biofertilizantes en la Agricultura. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).	https://www.researchgate.net/publication/311424135_Introduccion_al_Uso_y_Manejo_de_los_Biofertilizantes_en_la_Agricultura
Coutiño-Puchuli, A. E., Peña-Borrego,	8 de mayo de 2024	Estudio bibliométrico sobre biofertilizantes en México durante el período 2015-2020. Terra Latinoamericana.	https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1449

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

M. D., Infante-Jiménez, Z. T.			
Herrera Chima, L. M.	8 de mayo 2024	Fertilizantes a partir de desechos orgánicos.	https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/8103
Grageda-Cabrera, O. A., Díaz-Franco, A., Peña-Cabriales, J. J., Vera-Nuñez, J. A.	8 de mayo 2024	Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 3(6), 1261-1274.	http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000600015&lng=es&tlng=es.

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