



**MIUNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LICENCIATURA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA FITOTECNISTA**



PROGRAMA DE ESTUDIOS

MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA

Elaboró:	Dra. Martha Lidya Salgado Siclan	Facultad de Ciencias Agrícolas
	Dra. Ana Tarín Gutiérrez Ibáñez	Facultad de Ciencias Agrícolas
	Dra. Rosa Laura Ocaña de Jesús	Facultad de Ciencias Agrícolas
	Mtra. Griselda Domínguez Arizmendi	Centro Universitario Tenancingo
Asesoría técnica:	Mtra. Mayra Karina Laureano Aviles	Dirección de Estudios Profesionales
	Mtra. Araceli Rivera Guzmán	

Fecha de aprobación:	H. Consejo Académico	H. Consejo de Gobierno
	27 de noviembre de 2023	27 de noviembre de 2023

Facultad de Ciencias Agrícolas





I. Datos de identificación.

Espacio académico
donde se imparte

Facultad de Ciencias Agrícolas

Estudios profesionales

**Licenciatura en Ingeniería Agronómica Fitotecnista,
2024**

Unidad de aprendizaje

Microbiología agrícola

Carga académica

2

Horas
teóricas

3

Horas
prácticas

5

Total de
horas

7

Créditos

Carácter

Obligatoria

Tipo

Laboratorio

Periodo escolar

Segundo

Área
curricular

Ciencias Naturales y Ambientales

Núcleo de
formación

Básico

Seriación

Ninguna

UA Antecedente

Ninguna

UA Consecuente

Formación común

Licenciatura

Ingeniería Agronómica Fitotecnista

Ingeniería Agronómica en Floricultura

Ingeniería Agroindustrial



II. Presentación del programa de estudios.

La demanda de alimentos en el futuro es un reto de toda nación, más aún lograr cubrir las carencias nutricionales y producir con tecnologías limpias y sostenibles lo hacen un gran desafío. El 2030 está señalado por las Naciones Unidas para abrigar los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que contemplan desacelerar el deterioro del planeta, acabar con la pobreza, desterrar el hambre y garantizar la sobrevivencia de la humanidad. Alcanzar estos objetivos inciden directamente en la agricultura y producción de alimentos de manera sostenibles.

El Ingeniero Agrónomo debe estar capacitado en la producción de diversos sistemas agrícolas con buenas prácticas agrícolas y sustentables, contemplando en su quehacer, detener la pérdida de la biodiversidad, reducción en la erosión de suelos y la disminución en la emisión de gases de efecto invernadero de origen agropecuario.

La actividad agrícola se sustenta en gran medida en diversos ecosistemas regulados en mucho, por los microorganismos. El suelo es un ecosistema en el que cohabitan diversidad de macro y microorganismos que sostienen la gran diversidad de seres vivos. Entender y aprovechar la comunidad microbiana del suelo, es de gran importancia por su relación con la fertilidad del suelo, descomposición de materia orgánica, los ciclos biogeoquímicos, la formación de asociaciones simbióticas para mejorar la captación de nutrientes y su potencial biotecnológico.

La actividad microbiana pone en evidencia una gran cantidad de procesos agrícolas como la estructura del suelo, indicadores de calidad, fertilidad, degradación y síntesis de compuestos, solubilizadores de fosfatos, elaboración de compostas, producción de bioles, asociaciones simbióticas, micorrizas, promotores del crecimiento de las plantas, fijación del nitrógeno, abonos, control biológico, biorremediación, entre otros.

La unidad de aprendizaje Microbiología agrícola no muestra seriación con otras UA subsecuentes, sin embargo, es base fundamental para facilitar el aprendizaje de agroecología, edafología, entomología, fitopatología y manejo integrado de plagas, que reconocen y valoran la participación de los microorganismos.

El programa de estudios está estructurado en cinco unidades temáticas que facilitan el conocimiento y aplicación de la microbiota edáfica. La unidad uno considera aspectos generales de la microbiología como el análisis de su estructura, biología y fisiología del mundo microbiano y así relacionarlo desde laboratorio con el suelo y las plantas. La segunda unidad denominada microbiología agrícola, aborda la diversidad biológica del suelo y su importancia, mediante el estudio de sus interacciones para entender su impacto con los factores ambientales del medio de la rizosfera.

La unidad tres considera a los procariontes benéficos en la agricultura, resaltando la importancia de las bacterias en los diferentes procesos del suelo y su manejo, a



partir de la actividad que ejercen en el suelo- planta. Así mismo, motiva el análisis de material biológico bacteriano en laboratorio que fundamentan la agricultura sostenible. La unidad cuatro habla de los hongos benéficos en la agricultura. Conlleva a distinguir la importancia de un grupo del reino fungí que participa en interacciones positivas con las plantas en la rizosfera, abordando el análisis de muestras en laboratorio que permite valorar la participación de este grupo en la agricultura sostenible.

La unidad cinco, reconoce la macrofauna del suelo y su interacción con los microorganismos del suelo, destacando los beneficios de las interacciones con protozoarios, ácaros, lombrices y flora de rumiantes, como lo son las cadenas tróficas, lombricompostas, degradación y asimilación de nutrientes en animales de interés agropecuario.

El curso proveerá al alumno conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que permitan atender las necesidades del campo laboral, además de fomentar la creatividad, análisis, y trabajo en equipo.



III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

Licenciatura en Ingeniería Agronómica Fitotecnista, 2024

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9
OBLIGATORIAS	Sociología rural 3 0 3 6		Economía agropecuaria 3 1 4 7	Legislación y normatividad agrícola 3 0 3 6	Administración agropecuaria 4 0 4 8	Desarrollo rural y organización de productores 4 0 4 8	Agronegocios 4 0 4 8	Proyectos de inversión agrícola 2 3 5 7	Práctica profesional -- ** ** * 30
	Matemáticas aplicadas en agronomía 3 2 5 8	Probabilidad y estadística 4 1 5 9	Diseños experimentales 3 2 5 8	Hidráulica 2 1 3 5	Sistemas de irrigación 2 3 5 7	Manejo de ambientes controlados 2 3 5 7	Investigación agrícola 2 2 4 6		
	Morfología vegetal 3 2 5 8	Sistemática vegetal 3 1 4 7	Fisiología vegetal 3 2 5 8			Ecofisiología de cultivos 2 2 4 6	Geotecnologías aplicadas a la agronomía 1 4 5 6	Agricultura de precisión 2 2 4 6	
	Química agrícola 4 1 5 9	Bioquímica agrícola 2 3 5 7	Edafología 2 3 5 7	Fertilidad y nutrición vegetal 3 2 5 8	Conservación de suelo y agua 2 3 5 7	Olericultura 2 3 5 7	Manejo integrado de malezas 2 3 5 7	Fisiología y tecnología postcosecha agrícola 1 3 4 5	
	Agrometeorología 3 2 5 8	Microbiología agrícola 2 3 5 7	Entomología agrícola 2 3 5 7	Fitopatología 2 3 5 7	Manejo integrado de plagas 2 3 5 7		Gestión e impacto ambiental 1 3 4 5		
	Agronomía 3 1 4 7	Maquinaria agrícola 2 3 5 7	Agroecología 3 1 4 7	Toxicología y manejo de plaguicidas 2 3 5 7	Zootecnia 3 1 4 7	Cultivos forrajeros 2 3 5 7	Producción y tecnología de semillas 2 3 5 7	Cultivos de grano 2 3 5 7	
				Genética vegetal 2 3 5 7	Genotecnia 2 3 5 7	Biotecnología vegetal 2 3 5 7		Cultivos frutícolas 2 3 5 7	
		Inglés 5 2 2 4 6	Inglés 6 2 2 4 6	Inglés 7 2 2 4 6	Inglés 8 2 2 4 6	Integrativa profesional* -- ** ** 8			
	Cultura de paz, igualdad de género e inclusión 0 3 3 3	Ética de la confianza como responsabilidad 0 4 4 4						Ética de la persona y la comunidad 0 4 4 4	
	OPTATIVAS						Optativa 1 1 3 4 5	Optativa 3 1 3 4 5	
						Optativa 2 1 3 4 5	Optativa 4 1 3 4 5		
	HT 19 HP 11 TH 30 CR 49	HT 15 HP 17 TH 32 CR 47	HT 18 HP 14 TH 32 CR 50	HT 16 HP 14 TH 30 CR 46	HT 17 HP 15 TH 32 CR 49	HT 14 HP 14+** TH 28+** CR 50	HT 14 HP 21 TH 35 CR 49	HT 11 HP 24 TH 35 CR 46	HT -- HP ** TH ** CR 30



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9																		
						<table border="1"> <tr><td>Human capital administrationⁱ</td><td>1</td><td>Postharvest of tropical and subtropical fruitsⁱ</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td></td><td>5</td></tr> </table>	Human capital administration ⁱ	1	Postharvest of tropical and subtropical fruits ⁱ	1		3		3		4		4		5		5				
Human capital administration ⁱ	1	Postharvest of tropical and subtropical fruits ⁱ	1																							
	3		3																							
	4		4																							
	5		5																							
						<table border="1"> <tr><td>Cultivos tropicales</td><td>1</td><td>Horticultura ornamental</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td></td><td>5</td></tr> </table>	Cultivos tropicales	1	Horticultura ornamental	1		3		3		4		4		5		5				
Cultivos tropicales	1	Horticultura ornamental	1																							
	3		3																							
	4		4																							
	5		5																							
						<table border="1"> <tr><td>Cultivos industriales</td><td>1</td><td>Frutillas</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td></td><td>5</td></tr> </table>	Cultivos industriales	1	Frutillas	1		3		3		4		4		5		5				
Cultivos industriales	1	Frutillas	1																							
	3		3																							
	4		4																							
	5		5																							
						<table border="1"> <tr><td>Fungicultura</td><td>1</td><td>Hidroponía</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td></td><td>5</td></tr> </table>	Fungicultura	1	Hidroponía	1		3		3		4		4		5		5				
Fungicultura	1	Hidroponía	1																							
	3		3																							
	4		4																							
	5		5																							
						<table border="1"> <tr><td>Silvicultura</td><td>1</td><td>Comunicación profesional</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>3</td><td></td><td>3</td></tr> <tr><td></td><td>4</td><td></td><td>4</td></tr> <tr><td></td><td>5</td><td></td><td>5</td></tr> </table>	Silvicultura	1	Comunicación profesional	1		3		3		4		4		5		5				
Silvicultura	1	Comunicación profesional	1																							
	3		3																							
	4		4																							
	5		5																							

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

→ 9 líneas de seriación

Créditos mínimos 23 y máximos 52 por periodo escolar

* Actividad Académica

** Las horas de la actividad académica

ⁱ UA optativa que debe impartirse, cursarse y acreditarse en el idioma inglés.

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo Básico	43
Obligatorio:	36
cursar y acreditar	79
18 UUAA	122

Núcleo Sustantivo	57
Obligatorio:	53
cursar y acreditar	110
24 UUAA	167

Núcleo Integral	20
Obligatorio:	29+**
cursar y acreditar	49+**
11 UUAA + 2 *	107

Núcleo Integral	4
Optativo: cursar	12
y acreditar 4	16
UUAA	20

Total del Núcleo Básico: acreditar 18 UUAA para cubrir 122 créditos

Total del Núcleo Sustantivo: acreditar 24 UUAA para cubrir 167 créditos

Total del Núcleo Integral: acreditar 15 UUAA + 2* para cubrir 127 créditos
--

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UUAA Obligatorias	53 + 2 Actividades Académicas
UUAA Optativas	4
UUAA a Acreditar	57 + 2 Actividades Académicas
Créditos	416





IV. Objetivos de la formación profesional.

Objetivos del programa educativo:

Analizar resultados de experimentos de campo, laboratorio e invernadero a través del proceso metodológico científico para la generación de nuevos conocimientos.

Diagnosticar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo a través de los diferentes métodos de interpretación para determinar las necesidades nutrimentales e hídricas del cultivo.

Diseñar programas de transferencia tecnológica mediante actividades de vinculación y extensión para la mejora de los sistemas de producción agrícola.

Evaluar la transferencia tecnológica por medio de los resultados productivos y socioeconómicos para la valoración de su impacto en los sistemas de producción

Evaluar los daños causados por factores bióticos y abióticos mediante el diagnóstico fitosanitario para desarrollar programas de manejo integrado y sostenible.

Formular planes y programas de sistemas producción agrícola a través de las diferentes etapas de los procesos y/o servicios para elevar su productividad.

Gestionar los recursos materiales, financieros y de servicios mediante el diagnóstico de las necesidades de las unidades de producción a fin de elevar su calidad.

Implementar estrategias de manejo agronómico mediante el análisis de las necesidades del cultivo para mejorar rendimiento y calidad.

Implementar la normatividad de calidad y de inocuidad de los productos agrícolas de acuerdo con las características físicas, químicas, fisiológicas y organolépticas para garantizar su comercialización.

Implementar paquetes tecnológicos de acuerdo con las condiciones edafoclimáticas para la optimización de la producción.

Interpretar limitantes de la producción agrícola a través de un diagnóstico, observación y experimentación para generación de alternativas de solución.

Manejar sistemas de acceso a información científica mediante el uso de las tecnologías para la optimización de los sistemas de producción.

Objetivos del núcleo de formación:

Promoverá en el alumno el aprendizaje de las bases contextuales, teóricas y filosóficas de sus estudios, la adquisición de una cultura universitaria en las ciencias y las humanidades, y el desarrollo de las capacidades intelectuales indispensables para la preparación y ejercicio profesional, o para diversas situaciones de la vida personal y social.



Objetivos del área curricular o disciplinaria:

Evaluar las interacciones del ambiente con los sistemas de producción mediante el estudio de los factores bióticos y abióticos que impactan en los procesos fisiológicos y genéticos de las plantas para adaptar y mejorar los cultivos de interés agrícola con un enfoque sostenible.

V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Diferenciar los microorganismos benéficos que participan en los sistemas agrícolas, mediante técnicas que permitan identificar y aprovechar sus interacciones biogeoquímicas, para preservar la salud del suelo y los cultivos.



VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje, y su organización.

Unidad temática 1. Aspectos generales de la microbiología

Objetivo: Distinguir las características del mundo microbiano, mediante el análisis de su estructura, biología y fisiología en laboratorio, para relacionarlos con el suelo y las plantas.

Temas:

- 1.1 Desarrollo histórico de la microbiología
- 1.2 Origen y evolución de los microorganismos
- 1.3 La célula y su organización celular
 - 1.3.1 Célula procariota
 - 1.3.2 Célula eucariota
- 1.4 Características generales de los microorganismos.
 - 1.4.1 Bacterias, cianobacterias, algas, hongos y protozoarios
 - 1.4.2 Metabolismo microbiano
 - 1.4.3 Microorganismos acelulares: Virus y viroides
- 1.5 Clasificación de los seres vivos
 - 1.5.1 Ubicación de los microorganismos en los sistemas de clasificación.
 - 1.5.2 Taxonomía y nomenclatura microbiana
- 1.6 Microscopia
 - 1.6.1 Partes que conforman el microscopio
 - 1.6.2 Tipos de microscopio
- 1.7 Métodos y técnicas de estudio del mundo microbiano
 - 1.7.1 Métodos de esterilización
 - 1.7.2 Definición y tipos de medios de cultivo
 - 1.7.3 Preparación de medios de cultivo
 - 1.7.4 Recuento de poblaciones microbianas
 - 1.7.5 Tinciones microbianas



Unidad temática 2. Microbiología agrícola.

Objetivo: Relacionar la diversidad biológica del suelo y su importancia, mediante el estudio de sus funciones metabólicas e interacciones para entender su impacto con los factores ambientales del medio de la rizosfera.

Temas:

- 2.1 Características de suelo agrícolas (físicas, químicas, biológicas)
- 2.2 Características de la rizosfera, interacciones y exudados
- 2.3 Componentes de la diversidad biológica del suelo microbiota (virus, bacterias, actinomicetos, hongos, protozoarios) y macrobiota (lombrices, nematodos, ácaros)
- 2.4 Interacciones biológicas: amensalismos, comensalismo, simbiosis, antibiosis, depredación, cadenas tróficas)
- 2.5 Participación de los microorganismos en los ciclos biogeoquímicos (C, N, P, S)
- 2.6 Microorganismos en el compostaje
- 2.7 Indicadores microbiológicos en la calidad de suelos

Unidad temática 3. Procariontes benéficos en la agricultura.

Objetivo: Distinguir la importancia de bacterias en los diferentes procesos del suelo y su manejo, a partir de la actividad que tienen en el suelo y planta, así como el análisis de muestras en laboratorio para uso y aprovechamiento en la agricultura sostenible.

Temas:

- 3.1 Bacterias fijadoras de nitrógeno: Rizobium y Nitrosomas
- 3.2 Bacterias promotoras del crecimiento y RSA: Pseudomonas fluorescentes
- 3.3 Antibiosis por Actinomicetos
- 3.4 Lixiviación y bioremediación bacteriana: Thiobacillus y Consorcio microbiano
- 3.5 Bacterias fermentadoras en la producción de bioles
- 3.6 Bacterias empleadas en Control biológico: Bacillus, Serratia, entre otras
- 3.7 Control Biológico de bacterias con Bacteriófagos: bacteriófago λ
- 3.8 Bacterias en la biotecnología: plásmidos, vectores, librerías genéticas y biopelículas



Unidad temática 4. Hongos benéficos en la agricultura

Objetivo: Distinguir la importancia de los hongos que participan en interacciones con las plantas y su manejo, a partir de la actividad que tienen en el suelo y planta, así como el análisis de muestras en laboratorio para uso y aprovechamiento en la agricultura sostenible.

Temas:

- 4.1 Hongos degradadores de materia orgánica; lignícolas, celulíticos
- 4.2 Micorrizas empleadas en la agricultura: Glomus, y basidiomicetos
- 4.3 Micoparasitismo y Control biológico de fitopatógenos: Trichoderma, Aspergillus y Paecilomyces
- 4.3 Entomopatógenos: Bahuveria, Isaria y Metarricium
- 4.4 Hongos fermentadores: Levaduras y sus productos
- 4.5 Hongos antagonistas: Penicillium

Unidad temática 5. Macrofauna del suelo y su interacción con los microorganismos del suelo

Objetivo: Diferenciar la macrobiota presente en el suelo y su interacción con la comunidad microbiana, a partir del análisis de su efecto en los procesos del suelo y con prácticas de laboratorio para identificar su impacto en la agricultura.

Temas:

- 5.1 El papel de los protozoarios en el suelo y cadenas tróficas
- 5.2 Lombrices, microorganismos y lombricomposta
- 5.3 Interacción microorganismos y ácaros
- 5.4 Nematodos del suelo y su control biológico con bacterias y hongos



VII. Acervo bibliográfico.

Básico:

- Cruz O'Byrne, R.K., Piraneque, N.V. y Aguirre Forero, S.E. (2023). Introducción a la biología y microbiología de suelos. Editorial Unimagdalena.
- Ferrera Cerrato R y A. Alarcón. 2007. Microbiología Agrícola. Trillas.
- Ferrera Cerrato R, Delgado Martínez J, Alarcón A, Alvarado López J, Pérez Moreno J, Almaraz Suárez J.J. 2020. Microbiología Aplicada a la Agricultura y Agroecosistemas. Principios y Técnicas para su investigación. bba.
- Frioni L. 2006. Microbiología: Básica, Ambiental y Agrícola. Universidad de la Republica. Uruguay.
- Mora Delgado J, Sila Parra A, Escobar Escobar. 2019. Bioindicadores en suelos y abonos orgánicos. Universidad de Tolima.
- Rivera-Urbalejo A, Vázquez-Sandoval D, Fernández-Vázquez J, Rosete-Enríquez M, Cesa-Luna C, Morales-García YE, Muñoz-Rojas J, Quintero-Hernández V. 2021. Aportes y dificultades de la metagenómica de suelos y su impacto en la agricultura. Acta Biol Colomb. Doi: <https://doi.org/10.15446/abc.v26n3.85760>

Complementario:

- Gupta, A., Singh, U. B., Sahu, P. K., Paul, S., Kumar, A., Malviya, D., Singh, S., Kuppusamy, P., Singh, P., Paul, D., Rai, J. P., Singh, H. V., Manna, M. C., Crusberg, T. C., Kumar, A. and Saxena, A. K. 2022. Linking Soil Microbial Diversity to Modern Agriculture Practices: A Review. *International journal of environmental research and public health*, 19(5), 3141. <https://doi.org/10.3390/ijerph19053141>
- Lim, S. L., Wu, T. Y., Lim, P. N., y Shak, K. P. (2015). The use of vermicompost in organic farming: overview, effects on soil and economics. *Journal of the science of food and agriculture*, 95(6). <https://doi.org/10.1002/jsfa.6849>
- Liu XC, Chen L, Li SQ, Shi QH, Wang XY. (2021). Effects of vermicompost fertilization on soil, tomato yield and quality in greenhouse. *The Journal of Applied Ecology*. Feb;32(2):549-556. English. doi: 10.13287/j.1001-9332.202102.022. PMID: 33650364
- Tanya Morocho, M y Leiva Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103. Recuperado en 13 de noviembre de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&tlng=es