

	Nombre del documento: Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Código: TecNM-AC-PO-007-02
			Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 1 de 10

1. Datos generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Microbiología Aplicada
Clave de la asignatura:	FID-2301
SATCA¹:	2-3-5
Carrera:	Ingeniería en Agronomía

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta área de la microbiología aborda el estudio de los microorganismos presentes en agroecosistemas (suelo, planta, atmósfera) y el análisis comprensivo de sus interacciones con especies vegetales de importancia agrícola, con el fin de predecir su comportamiento frente a las diversas situaciones que enfrentan estos sistemas productivos. La microbiología aplicada a la agricultura involucra el conocimiento de las propiedades físicas y químicas del suelo, determinadas por los procesos que conllevaron a su formación y evolución, así como el ciclaje de los elementos importantes para la nutrición de las plantas. El entendimiento de las interacciones bióticas que suceden en este complejo ecosistema, permitirá proponer estrategias coherentes para la fertilización de los cultivos y control de enfermedades, con base en el uso y/o manipulación racional de microorganismos o algunos de sus productos, como parte esencial de una agricultura sostenible.

Hoy en día es de gran importancia que el Ingeniero Agrónomo con especialidad en agricultura sustentable, sea capaz de desarrollar tecnologías para la producción de alimentos que aumenten los rendimientos a un menor costo, pero, sobre todo, que se adapten a los nuevos escenarios de cambio climático.

Los microorganismos eficientes (ME) agrupan una gran diversidad microbiana entre la cual encontramos: bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetes y hongos filamentosos con capacidad fermentativa. Desde el punto de vista agrícola los ME promueven la germinación de semillas, favorecen la floración, el crecimiento y desarrollo de los frutos y permiten una reproducción más exitosa en las plantas. Adicionalmente se ha demostrado que mejoran la estructura física de los suelos, incrementan la fertilidad química de los mismos y suprimen a varios agentes fitopatógenos causantes de enfermedades en numerosos cultivos. Desde el punto de vista fisiológico se ha determinado que los ME incrementan la capacidad fotosintética de los cultivos, así como su capacidad para absorber agua y nutrientes. Además, mejoran la calidad y reducen los tiempos de maduración de abonos orgánicos, en particular, el composteo. Todos estos aspectos explican el incremento del rendimiento agrícola y el amplio uso de los ME así como productos derivados de estos como los bioles.

Algunas de las áreas de investigación en desarrollo en México y que se abordan de

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

	Nombre del documento: Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Código: TecNM-AC-PO-007-02
			Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 2 de 10

manera práctica en este programa son: fijación simbiótica del nitrógeno por bacterias diazotróficas, descomposición de la materia orgánica para generación de abonos y biorremediación con el uso de microorganismos tolerantes a contaminantes. Por otra parte, el programa está diseñado para que el estudiante conozca y aplique las metodologías específicas, para la generación y evaluación de productos microbiológicos que ayudan a mejorar los cultivos, siempre buscando no romper el equilibrio del medio ambiente.

Intención didáctica

El programa de Microbiología Aplicada para la Ingeniería en Agronomía, consta de cuatro temas. En el primero de ellos se revisan los aspectos básicos de la microbiología agrícola, con la finalidad de entender la interacción de los microorganismos del suelo con los factores ambientales del medio.

En el tema dos se abordan temáticas muy prácticas dirigidas a que el estudiante adquiera las herramientas para el estudio microbiológico del suelo, desde el muestreo hasta el estudio de la actividad metabólica de los microorganismos en ese medio.

En el tema tres se tratan técnicas especializadas para el desarrollo de productos microbiológicos para la aplicación en el campo agrícola, desde su aislamiento y caracterización, pasando por su producción masiva y aplicación y hasta la evaluación de sus efectos.

En el tema cuatro el estudiante aplicará las metodologías microbiológicas básicas para aislar e identificar microorganismos fitopatógenos y probar sobre ellos los efectos de biocontroladores específicos, como pueden ser aceites esenciales de plantas u otro organismo vivo o sus productos.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Villa Montemorelos, Durango, TecNM campus Valle del Guadiana. Marzo de 2020	M.C. Erika Cecilia Gamero Posada Dra. Carmen Zulema Quiñones Pérez	Academia de Ingeniería en Agronomía. Revisión de las Especialidades de Ingeniería en Agronomía. Especialidad en Agricultura Sustentable.
Villa Montemorelos, Durango, TecNM campus Valle del Guadiana. Marzo de 2020	M.C. Erika Cecilia Gamero Posada	Academia de Ingeniería en Agronomía. Revisión de las Especialidades de Ingeniería en Agronomía. Especialidad en Agricultura

	Nombre del documento: Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Código: TecNM-AC-PO-007-02
			Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 3 de 10

		Sustentable.
--	--	--------------

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Aplica técnicas para la evaluación, producción y utilización de productos microbiológicos, para el mejoramiento de los cultivos agrícolas dentro del marco de sustentabilidad.

5. Competencias previas

• Conocer la biología de los microorganismos • Maneja técnicas de microbiología general • Aplica técnicas de análisis físicos y químicos de suelos • Conoce y propone al uso de metodologías de fitopatología para el estudio de plagas y enfermedades. • Comprende las leyes y principios que rigen la transmisión de los caracteres que intervienen en la herencia y la variación de los seres vivos, para aplicarlos en el mejoramiento genético de plantas y animales. • Utiliza adecuadamente los reactivos, el material y equipo básico de laboratorio, para la realización de prácticas y experimentos.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1.	1. Microbiología agrícola	1.1. El suelo como hábitat de los microorganismos: aspectos estructurales del suelo. 1.2. Componentes bióticos del suelo. 1.3. La distribución de los organismos en el perfil del suelo y factores ambientales que la modifican.
2.	Métodos de estudio de la población microbiológica del suelo	2.1 Recolección de muestras de suelo. 2.2 Microscopía directa del suelo. 2.3 Técnicas indirectas para medir la biomasa del suelo. 2.3.1. Determinación de la respiración. 2.3.2. Contenido de enzimas. 2.3.3. Turbidimetría.
3.	Desarrollo de productos microbiológicos para su aplicación en	3.1. Diversidad de productos microbiológicos para el campo. 3.1.1. Biofertilizantes.

	Nombre del documento: Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Código: TecNM-AC-PO-007-02
			Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 4 de 10

	el campo agrícola	3.1.2. Transformadores de materia orgánica. 3.1.3. Fitorremediadores. 3.1.4. Biorremediadores de suelo y agua. 3.1.5. Promotores de crecimiento vegetal. 3.2. Producción de microorganismos benéficos 3.2.1. Aislamiento de microorganismos benéficos nativos. 3.2.2. Caracterización. 3.2.3. Producción masiva en sustratos de bajo costo. 3.2.4. Aplicación en campo y Evaluación de sus efectos sobre los cultivos Agrícolas.
4.	Control de enfermedades microbiológicas	4.1 Aislamiento y caracterización de fitopatógenos microbiológicos <i>in vitro</i> . 4.2 Pruebas <i>in vitro</i> del biocontrolador sobre el fitopatógeno (enfrentamientos). 4.3 Pruebas <i>in vivo</i> del biocontrolador sobre el fitopatógeno. 4.4 Producción de biocontroladores.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1. Microbiología agrícola	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Conoce la microflora del suelo y como se relaciona con las condiciones ambientales del mismo. Genéricas: Capacidad de investigación y análisis de la información. Capacidad de transmisión del conocimiento, discusión de temáticas específicas y respeto a los puntos de vista de los demás.	- Investigar la relación entre la estructura del suelo y el albergue de distintos microorganismos. - Investigar cual es la microflora que pueden presentar los suelos de uso agrícola. - Relacionar los aspectos medioambientales del suelo de uso agrícola con la microflora del mismo.

	Nombre del documento: Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Código: TecNM-AC-PO-007-02
			Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 5 de 10

Tema 2. Métodos de estudio de la población microbiológica del suelo	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Conoce y aplica técnicas microbiológicas para el estudio del suelo de uso agrícola. Genéricas: Capacidad de trabajo en equipo. Habilidades para el desarrollo de prácticas de campo y laboratorio. Capacidad de análisis y discusión de resultados.	• Recolección de muestras de suelo para análisis microbiológico. • Realizar observaciones directas de muestras de suelo con frotis en fresco. • Determinación de biomasa en el suelo por técnica química. • Determinación de la actividad respiratoria aplicada a microorganismo de una muestra de suelo. • Determinación de la actividad deshidrogenasa aplicada a microorganismos de una muestra de suelo. • Recuento de microorganismos por turbidimetría y por la técnica del número más probable.
Tema 3. Desarrollo de productos microbiológicos para la aplicación en el campo agrícola	
Específica(s): Desarrolla y propone el uso de productos microbiológicos para su aplicación en el campo agrícola. Genéricas: Capacidad para desarrollar trabajo práctico en campo y laboratorio. Capacidad para trabajar de manera autónoma individualmente o en equipo. Análisis y discusión de resultados. Toma de decisiones. Propone alternativas de mejora o solución a los productores de la región.	• Investigar la gama de productos microbiológicos benéficos para aplicar en la agricultura. • Aislamiento y caracterización de un microorganismo benéfico. • Producción de un biofertilizante microbiológico sobre un sustrato de bajo costo. • Aplicar el biofertilizante sobre un cultivo agrícola y evaluar su efecto a través del monitoreo de variables dependientes. • Aislar, caracterizar y producir un microorganismo silvestre transformador de materia orgánica y producir abonos mediante la inoculación de sustratos con el microorganismo seleccionado.
Tema 4. Control de enfermedades microbiológicas	
Competencias	Actividades de aprendizaje

	Nombre del documento: Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Código: TecNM-AC-PO-007-02
			Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 6 de 10

Específica(s):

Produce, utiliza y propone el uso de biocontroladores de diversos orígenes, en el tratamiento de enfermedades microbiológicas de cultivos y suelos agrícolas, evaluando de manera eficiente su efecto.

Genéricas:

Capacidad para desarrollar trabajo práctico en campo y laboratorio.

Capacidad para trabajar de manera autónoma individualmente o en equipo.

Análisis y discusión de resultados.

Toma de decisiones.

Propone alternativas de mejora o solución.

- Aislamiento e identificación de un fitopatógeno microbiológico *in vitro*, de una enfermedad típica de un cultivo de la región.
- Identificar un biocontrolador que ataque a patógeno microbiológico aislado y realizar enfrentamientos *in vitro* del micro-fitopatógeno vs biocontrolador.
- Realizar infección de plantas sanas con el fitopatógeno aislado, para luego probar la eficiencia del biocontrolador.
- Producir de biocontroladores a mayor escala y proponer su uso a productores de la región, capacitándolos para ello.

8. Práctica(s)

- Observación *in situ* de los microorganismos del suelo
- Recuento de Bacterias, hongos y Actinomicetos del suelo
- Caracterización física, química y microbiológica del suelo
- Aislamiento e identificación de micorrizas: *Glomus* spp.
- Aplicación y evaluación del efecto de micorrizas sobre cultivo agrícola: *Glomus* spp.
- Aislamiento e identificación de fijadores de Nitrógeno a partir de la rizósfera de una planta: *Azotobacter* spp. y *Azospirillum* spp.
- Aplicación y evaluación del efecto de fijadores de Nitrógeno sobre un cultivo: *Azotobacter* spp., *Azospirillum* spp.
- Extracción de aceites orgánicos vegetales utilizados como biocontroladores
- Pruebas *in vitro* de aceites orgánicos vegetales sobre microorganismo fitopatógeno
- Pruebas *in vivo* (sobre el cultivo afectado) de aceites orgánicos vegetales sobre microorganismo fitopatógeno.
- Determinación microbiológica de carencia de fósforo y de calcio en el suelo.
- Simbiosis de *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* con plantas leguminosas.
- Medida de la actividad global microbiana
- Evaluación de la supervivencia microbiana
- Determinación de la Riqueza de un Suelo en Bacterias Celulolíticas
- Determinación de actividad respiratoria de microorganismos del suelo
- Determinación de la actividad de deshidrogenasa de microorganismos del suelo
- Elaboración de biofertilizante, composta, te de composta y bocashi.

	Nombre del documento: Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Código: TecNM-AC-PO-007-02
			Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 7 de 10

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitaria, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

Realizar una evaluación diagnóstica al inicio del semestre, para partir de saberes previos, expectativas e intereses que tengan los estudiantes.

Se sugiere evaluar por desempeño práctico y participación en sesiones de discusión de literatura científica de vanguardia, proporcionando artículos científicos para realizar discusiones de forma grupal

Reporte de prácticas de laboratorio. Realizar visitas a empresas donde se observen los conceptos y principios vistos en clase.

	Nombre del documento: Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Código: TecNM-AC-PO-007-02
			Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 8 de 10

11. Fuentes de información

- Alvarado Gómez, L. C., Graillet Juárez, E. M., Martínez Martínez, M., Fernández Figueroa, J. A., y Arieta Román, R. de J. (2017). El uso de biofertilizantes en el cultivo de frijol (*phaseolus vulgaris* L.). *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 5(2), 53–56. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v5i2.110>
- Arellano-Arciniega, S., Osuna-Ceja, E.S., Martínez-Gamiño, M.A. y Reyes-Muro, L. (2015). Rendimiento de frijol fertilizado con estiércol bovino en condiciones de secano. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(3), 313–318. Recuperado el 20 de diciembre de 2021, de <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/38-3/9a.pdf>
- Calero-Hurtado, A., Pérez-Díaz, Y., Rodríguez-Lorenzo, M., y Rodríguez-González, V. (2022). Aplicación conjunta del consorcio microorganismos benéficos y FitoMas-E® incrementan los indicadores agronómicos del frijol. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 25(1), e2252. Epub March 30, 2022. <https://doi.org/10.31910/rudca.v25.n1.2022.2252>
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C.W. (2018). InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Díaz Almea, Y. M. y Contreras Miranda, J.A. (2022). Respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) a la aplicación foliar de biol, té de estiércol y ácido húmico. *Revista de Investigación Científica Manglar*, 19(3). <http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2022.011>
- Fortis-Hernández, M., Leos-Rodríguez, J. A., Preciado-Rangel, P., Orona-Castillo, I., García-Salazar, J. A., García-Hernández, J., L., y Orozco-Vidal, J., A. (2009). Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. *Terra Latinoamericana*, 27(4), 329-336. Recuperado el 14 de marzo de 2023, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57313040007>
- Ferrera Cerrato, R. (2006). *La microbiología del suelo en la agricultura sostenible..* Red Ciencia Ergo Sum. <https://elibro.net/es/lc/vguadiana/titulos/18147>
- Gutiérrez Ramírez, L. A. (2016). *Los microorganismos en la agroindustria: fundamentos y aplicaciones.* Editorial Lasallista. <https://elibro.net/es/lc/vguadiana/titulos/121803>
- Ladrón de Guevara González, S., Rodríguez Audirac, L., Canales Espinosa, D., Rivera Fernández, A. y Aguirre López, E. (2017). Manual de abonos orgánicos, Universidad Veracruzana. Recuperado el 10 de febrero de 2023 de: <https://www.uv.mx/television/files/2015/10/abonos-organicos-09.pdf>
- León, L. H. y Rojas, L. M. (2015). Determinación del potencial promotor del crecimiento vegetal de *Azotobacter* spp. aislados de la rizósfera de malezas en cultivos de maíz (*Zea mays* L.). *Scientia Agropecuaria*, 6(4), 247-257. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.04.02>
- Luna Fontalvo, J. A. (2020). *Métodos analíticos de microbiología general y aplicada.* Editorial Unimagdalena. <https://elibro.net/es/lc/vguadiana/titulos/128443>
- Morel López, E., Pistilli, R. E., Barrios Valiente E., Caballero Casuriaga, O., Servin, A., Dasilva, M. O., Lugo, W., y Huerta, Á. (2021). Eficacia de biofertilizantes en la producción de variedades de fréjol. *Idesia (Arica)*, 39(3), 13-19. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292021000300013>

	Nombre del documento: Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Código: TecNM-AC-PO-007-02
			Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 9 de 10

- Quintero Rodríguez, E., Calero Hurtado, A., Pérez Díaz, Y., y Enríquez Gómez, L. (2018). Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del frijol común. *Revista Centro Agrícola Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas*, 45(3), 73-80. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v9n1.82584>
- Rangel Lucio, J. A.; Ramírez Gamma, R. M.; Cervantes Ortiz, F., Mendoza Elos, M., García Moya, E. y Rivera Reyes, J. G. (2014). Biofertilización de *Azospirillum* spp. y rendimiento de grano de maíz, sorgo y trigo. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina*. 46(2): 231-238. 28. Recuperado el 14 de marzo de 2023, de <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/RFCA/article/view/5619>
- Rosales Serna, R., Retana García, A., Domínguez Martínez, P. A., Nava Berumen C. A., Alaníz Villanueva, O. G., Gamero Posada, E. C. (2020). Uso de abonos orgánicos para la producción de forraje en praderas irrigadas de *xFestulolium*. *Ciencia e Innovación* (3)1, 73-80. Recuperado el 20 de enero de 2020, de https://www.researchgate.net/publication/342392891_USO_DE_ABONOS_ORGANICOS_PARA_LA_PRODUCCION_DE_FORRAJE_EN_PRADERAS_IRRIGADA_S_DE_XFESTULOLIUM
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; COFUPRO, Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce, A.C.; INIFAP, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2017). *Agenda Técnica Agrícola Durango y la Laguna. México*. Primera Edición. 51-56. Recuperado el 15 de junio de 2021, de https://www.academia.edu/37892502/Agenda_T%C3%A9cnica_Durango_y_la_laguna
- Salcedo-Pérez, E., Vázquez-Alarcón, A., Krishnamurthy, L., Zamora-Natera, F., Hernández-Álvarez, E., y Rodríguez-Macias, R. (2007). Evaluación de lodos residuales como abono orgánico en suelos volcánicos de uso agrícola y forestal en Jalisco, México. *Interciencia*, 32(2), 115-120. Recuperado el 14 de marzo de 2023, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007000200009&lng=es&tlng=es.
- SADER-INIFAP, Secretaría de Agricultura y Desarrollo rural, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuaria. (2021). (a) Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos, 3 Supermagro. Recuperado el 10 de enero de 2023, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737330/3_Supermagro.pdf
- SADER-INIFAP, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias. (2021). (b) Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos, 6 Té de composta. Recuperado el 10 de enero de 2023, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737325/6_Te_de_composta.pdf
- Senés-Guerrero, C., Guardiola-Márquez, C., y Pacheco-Moscoa, A. (2019). Evaluación de biofertilizantes a base de microorganismos y lixiviado de vermicomposta en cultivos de interés económico en México. *Agro Productividad*, 12(3). <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1348>
- Steffan J. J., Brevik E. C., Burguess L. C. y Cerdà A. (2017). The effect of soil on human health: an overview. *European Journal of Soil Science* (69)1: 159-171.

	Nombre del documento: Formato de Programa de Estudio de asignatura de Especialidad		Código: TecNM-AC-PO-007-02
			Revisión: 0
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015	8.3, 8.3.1	Página 10 de 10

<https://doi.org/10.1111/ejss.12451>