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

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Microbiología Aplicada
Clave de la asignatura:	ASD2001
SATCA¹:	2-3-5
Carrera:	Ingeniería en Agronomía

2. Presentación

<p>Caracterización de la asignatura</p> <p>En esta asignatura se relaciona la importancia de los microorganismos con el medio ambiente y sobre todo con la agricultura. La comprensión y aplicación de los factores biológicos en suelos, es vital para generar tecnologías sostenibles con el medio ambiente, que reduzcan costos de producción, aumenten la productividad, pero, sobre todo, adaptarnos a los nuevos escenarios de cambio climático. Algunas de las áreas de investigación en desarrollo en México y que se abordan de manera sencilla en este programa son: fijación simbiótica del nitrógeno por bacterias Diazotróficas en la rizósfera de las plantas; descomposición de la materia orgánica para generación de abonos; 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, con el aumento y mejoramiento de la producción agrícola.</p>
<p>Intención didáctica</p> <p>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.</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



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 9



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.

4. Competencia(s) a desarrollar

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

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Maneja técnicas de microbiología general • Conocer la biología de los microorganismos • 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.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
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 la aplicación en el campo agrícola	3.1. Diversidad de productos microbiológicos para el campo. 3.1.1. Biofertilizantes. 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. Aislamiento de microorganismos benéficos nativos. 3.3. Caracterización. 3.4. Producción de inóculo primario. 3.5. Producción masiva en sustratos de bajo costo. 3.6. Aplicación en campo. 3.7. 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
<p>Específica(s):</p> <p>Conoce la microflora del suelo y como se relaciona con las condiciones ambientales del mismo.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de investigación y análisis de la información.</p>	<p>Investigar la relación entre la estructura del suelo y el albergue de distintos microorganismos.</p> <p>Investigar cual es la microflora que pueden presentar los suelos de uso agrícola.</p> <p>Relacionar los aspectos medioambientales del suelo de uso agrícola con la microflora del</p>



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad

Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1

Código: TecNM-AC-PO-007-02

Revisión: 0

Página 4 de 9



Capacidad de transmisión del conocimiento, discusión de temáticas específicas y respeto a los puntos de vista de los demás.	mismo.
---	--------

Tema 2. Métodos de estudio de la población microbiológica del suelo

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Conoce y aplica técnicas microbiológicas para el estudio del suelo de uso agrícola.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de trabajo en equipo.</p> <p>Habilidades para el desarrollo de prácticas de campo y laboratorio.</p> <p>Capacidad de análisis y discusión de resultados.</p>	<p>Recolección de muestras de suelo para análisis microbiológico.</p> <p>Realizar observaciones directas de muestras de suelo con frotis en fresco.</p> <p>Determinación de biomasa en el suelo por técnica química.</p> <p>Determinación de la actividad respiratoria aplicada a microorganismo de una muestra de suelo.</p> <p>Determinación de la actividad deshidrogenasa aplicada a microorganismos de una muestra de suelo.</p> <p>Recuento de microorganismos por turbidimetría y por la técnica del número más probable.</p>

Tema 3. Desarrollo de productos microbiológicos para la aplicación en el campo agrícola

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Desarrolla y propone el uso de productos microbiológicos para su aplicación en el campo agrícola.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad para desarrollar trabajo práctico en campo y laboratorio.</p> <p>Capacidad para trabajar de manera autónoma individualmente o en equipo.</p> <p>Análisis y discusión de resultados.</p>	<p>Investigar la gama de productos microbiológicos benéficos para aplicar en la agricultura.</p> <p>Aislamiento y caracterización de un microorganismo benéfico.</p> <p>Producción de un biofertilizante microbiológico sobre un sustrato de bajo costo.</p> <p>Aplicar el biofertilizante sobre un cultivo agrícola y evaluar su efecto a través del monitoreo de variables dependientes.</p> <p>Aislar, caracterizar y producir un microorganismo silvestre transformador de</p>



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 9





Toma de decisiones. Propone alternativas de mejora o solución a los productores de la región.	materia orgánica y producir abonos mediante la inoculación de sustratos con el microorganismo seleccionado.
--	---

Tema 4. Control de enfermedades microbiológicas

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>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.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad para desarrollar trabajo práctico en campo y laboratorio.</p> <p>Capacidad para trabajar de manera autónoma individualmente o en equipo.</p> <p>Análisis y discusión de resultados.</p> <p>Toma de decisiones.</p> <p>Propone alternativas de mejora o solución.</p>	<p>Aislamiento e identificación de un fitopatógeno microbiológico <i>in vitro</i>, de una enfermedad típica de un cultivo de la región.</p> <p>Identificar un biocontrolador que ataque a patógeno microbiológico aislado y realizar enfrentamientos <i>in vitro</i> del micro-fitopatógeno vs biocontrolador.</p> <p>Realizar infección de plantas sanas con el fitopatógeno aislado, para luego probar la eficiencia del biocontrolador.</p> <p>Producir de biocontroladores a mayor escala y proponer su uso a productores de la región, capacitándolos para ello.</p>

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

	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 9	

- 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.



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 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



Para evaluar las actividades de aprendizaje se recomienda solicitar: mapas conceptuales, reportes de prácticas, estudios de casos, exposiciones en clase, ensayos, problemarios,

	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 9	



reportes de visitas, portafolio de evidencias y cuestionarios.

11. Fuentes de información

1. Akhavan, A.; Bahar, M.; Askarian, H.; Lak, M.R.; Nazemi, A.; and Zamani, Z. 2013. Bean common bacterial blight: pathogen epiphytic life and effect of irrigation practices. Springer Plus 2:41.
2. Akhtar, M. A.; Rahber-Bhatti, M. H.; Aslam, M. 1997. Antibacterial activity of plant diffusate against *Xanthomonas campestris* pv. citri. International Journal of Pest Management . Volumen 43. P. p. 149-153.
3. Bao, L. M.; Eerdunbayaer; Nozaki A.;Takahashi, E.; Okamoto, K.; Ito, H.; Hatano, T.. 2012. Hydrolysable Tannins Isolated from *Syzygium aromaticum*: Structure Of A New C-Glucosidic Ellagitannin And Spectral Features Of Tannins With A Tergalloyl Group. HETEROCYCLES, Vol. 85, No. 2, 2012, pp. 365 - 381.
4. Cai, L.; Wu, C. D.; 1996. Compounds from *Syzygium aromaticum* Possessing Growth Inhibitory Activity Against Oral Pathogens. NCBI Resources. 59(10):987-90.
5. Calvo Vélez Pamela, Meneses Luis Reymundo, Zúñiga Dávila Doris. (2008) “Estudio De Las Poblaciones Microbianas De La Rizósfera Del Cultivo De Papa (*Solanum tuberosum*) En Zonas Altoandinas”. Ecología Aplicada7(1,2). Lima Perú.
6. Carrillo Leonor. (2003). “Microbiología del Suelo”. Universidad Nacional de Salta. Formato electrónico en <http://librosagronomicos.blogspot.mx/2015/09/microbiologia-agricola.html>.
7. Chaieb, K.; Hajlaoui, H.; Zmantar, T.; Kahla-Nakbi, A. B.; Rouabhia, M.; Mahdouani, K.; Bakhrouf, A. 2007. The chemical composition and biological activity of clove essential oil, *Eugenia caryophyllata* (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): a short review. NCBI Resources. 21(6):501-6.
8. Chudasama, K. S.; Thaker, V. S. 2012. Screening of potential antimicrobial compounds against *Xanthomonas campestris* from 100 essential oils of aromatic plants used in India: an ecofriendly approach. Research Gate. Archives of Phytopathology and Plant Protection. Vol. 45, No. 7, 783–795. <http://dx.doi.org/10.1080/03235408.2011.595967>.
9. Deans, S. G.; Noble, R. C.; Hiltunen, R.; Wuryani, W.; Pénczes L. G. 1995. Antimicrobial and antioxidant properties of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry: Impact upon bacteria, fungi and fatty acid levels in ageing mice. Flavour and Fragrance Journal. Vol 10. P.p 323-328.
10. Ferrera-Cerrato Ronald, Alarcón Alejandro. (2007). “Microbiología Agrícola. Hongos, Bacterios, Micro y Macrofauna, Control Biológico y planta-Microorganismo”. Editorial Trillas.
11. Gallegos, G. (2014). Aspectos Fundamentales del Tizón Común Bacteriano *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* Smith): Características, Patogenicidad y Contr. Coahuila.

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

12. Gamero, P. E. C.; Rosales, S. R.; Reyes, G. M. L.; Amezcua, R. M.; Silva, R. K. A. 2014 Evaluación de la Calidad Sanitaria y Nutricia del Frijol Producido en Vicente Guerrero, Durango. Semana Internacional de Agronomía. Facultad de agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. México. P. p. 272-278.
13. Hernández F., V. M. 2004. Efectividad Biológica “*in vitro*” de Extractos Vegetales para el Control de Hongos Fitopatogenos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. P.p. 4-9.
14. Hernández, Annia; García, Damarys; Soroa, María R.; Hernández, Ana N. Estudio de algunos géneros bacterianos asociados a la rizosfera de los cultivos de gerbera (*Gerbera jamesonii*) y clavel (*Dianthus barbatus*, *Dianthus caryophyllus*) Cultivos Tropicales, vol. 21, núm. 3, 2000, pp. 15-18 Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba.
15. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2008. Guía de Identificación y Manejo Integrado de Enfermedades del Frijol en Latinoamérica. Managua. P. p. 20-21, 25-29.
16. Mark Coyne. (2000). “Microbiología del Suelo: un enfoque exploratorio”. Editorial Paraninfo. ESPAÑA.
17. Montes B., R.; Cruz, C. V.; Martínez M., G.; Sandoval G., G.; García L., R.; Zilch D., S.; Bravo Luna, L.; Bermúdez T., K.; Flores M., H. E. 2000. Propiedades antifúngicas en plantas superiores, análisis retrospectivo de investigaciones. Revista Mexicana de Fitopatología. 18(2): 125-131.
18. Pereyra, A. M. (1997). Claridades Agropecuarias. Abriendo Surcos. Vol 1.
19. Pinto E.; Vale S., L.; Cavaleiro C.; Salgueiro S. 2009. Antifungal activity of the clove essential oil from *Syzygium aromaticum* on *Candida*, *Aspergillus* and dermatophyte species. Journal of Medical Microbiology (2009), 58, 1454–1462.
20. Ranasinghe. L.; Jayawardena B.; Abeywickrama K. 2002. Fungicidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum* (L.) and *Syzygium aromaticum* (L.) Merr et L.M.Perry against crown rot and anthracnose pathogens isolated from banana. Letters in Applied Microbiology, 35, 208–211.
21. Rosales S., R.; Acosta G., J. A.; Ibarra P., F. J.; Cuéllar R., E. I.; Nava B., C. A. 2009. Validación de Variedades y Líneas Mejoradas de Frijol en Durango. Publicación Especial No. 27. INIFAP. Campo Experimental Valle del Guadiana, Durango, México. P. p. 6-12.
22. Saeed, S.; Tariq, P. 2008. *In Vitro* Antibacterial Activity ff Clove Against Gram Negative Bacteria. *Pak. J. Bot.*, 40(5): 2157-2160.
23. SAGARPA. (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2015. Agenda Técnica Agrícola de Durango. Segunda Edición. México. P. p. 63-70.
24. Sánchez María de Jesús. (2004). “Microbiología de Suelos: Técnicas, Métodos y Medios de Cultivo”. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.
25. SIAP-SAGARPA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2017. <http://www.siap.gob.mx/>. Consultado en junio de 2017.

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

26. Usuga Osorio Carmen Elena; Castañeda Sánchez Darío Antonio, Franco Molano Ana Esperanza. (2008). "Multiplicación De Hongos Micorriza Arbuscular (H.M.A) Y Efecto De La Micorrización En Plantas Micropropagadas De Banano (*Musa* AAA cv. Gran Enano) (Musaceae)". Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 61(1):4279-4290.
27. Williamson, E. M.; Izzo, A. A.; Hoon-Kim, H.; Radhakrishnan, R. 2016. Phytotherapy Research.