

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Fisiología y Mantenimiento de la Fertilidad Forestal
Clave de la asignatura:	MEC-24-02
SATCA¹:	2 – 2 – 4
Carrera:	Ingeniería Forestal

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>El curso de Nutrición Forestal es fundamental para el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Forestal ya que nos permite la producción sustentable a base una nutrición eficiente, al contemplar las interacciones bióticas y la adaptación de las especies. El conocimiento que se desea impartir tiene que ser capaz de situar toda la información en su contexto y tratar de buscar la relación con otras disciplinas.</p> <p>La asignatura proporciona al estudiante los conocimientos necesarios para ser eficiente en el manejo de los recursos, agua y nutrimentos necesarios para incrementar los rendimientos de un cultivo o plantación y calidad de los productos que exige el mercado nacional e internacional, haciendo uso de biotecnología moderna, que permita resolver la problemática de los diferentes sistemas de producción.</p>
Intención didáctica
<p>Ésta asignatura comprende cinco unidades, en las que el alumno adquiere y aplica conocimientos relacionados con el uso de técnicas eficientes en el diagnóstico del estado nutricional de un cultivo forestal e incrementar los rendimientos y calidad del mismo empleando estrategias que eviten la degradación del ambiente.</p> <p>El temario agrupa los contenidos conceptuales de la asignatura en las dos primeras unidades.</p> <p>La tercera unidad está destinada para conocer problemas de los nutrientes en la planta así como las interacciones bióticas en la nutrición por bacterias, pseudobacterias y hongos</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



La cuarta unidad se destina para conocer las principales causas de estrés imperantes en el sureste mexicano.

La quinta unidad se destina para conocer las causas de la pérdida de la fertilidad del suelo en bosques tropicales

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Elaborado en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya Marzo de 2019	Profesores de la academia de Ingeniería Forestal del ITZM	Asignatura validada en plenaria de la academia de Ingeniería Forestal.
Revisión Elaborado en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya en Noviembre de 2023	Dr. Luis Alberto Lara Pérez M.E. Germain de Jesús Hoil Medina	Modificaciones validadas en plenaria de academia forestal

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Diagnostica el estado nutricional de un cultivo forestal y emplea estrategias biotecnológicas para incrementar los rendimientos y calidad de diferentes especies vegetales.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Formular soluciones nutritivas para uso forestales • Habilidad para la búsqueda de información especializada en base de datos confiables. • Medir cantidades o pesos de componentes nutritivos. • Utilizar los resultados de las determinaciones químicas en el manejo de productos. • Propiedades físicas y químicas del suelo. • Manejar los elementos químicos. • Describir mecanismos de fisiología de la planta, de acuerdo al tipo y función de la célula y tejidos vegetales. • Medir cantidades o pesos de componentes nutritivos. • Saber manipular una base de datos, aplicando simuladores y proyectar en tiempo y forma la aplicación del nutriente.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Fundamentos	1.1. Importancia. 1.1.1. Definición de nutrición vegetal. 1.1.2. Relación con otras disciplinas. 1.2. Factores que determinan las necesidades de nutrimentos para la producción. 1.2.1. Fenotipo y genotipo. 1.2.2. Factores que limitan la germinación, crecimiento y desarrollo 1.2.3 Clasificación de los nutrimentos. 1.3. Importancia de los nutrimentos en la fisiología. 1.4. Los nutrimentos como componentes de la célula.
2	Procesos de absorción y transporte de nutrientes	2.1. Mecanismos de absorción transporte nutrimental. 2.1.1. Conceptos de absorción. 2.2. Movilidad nutrimental. 2.2.1. Acceso libre aparente. 2.2.2. Endodermos y línea de Gaspari. 2.2.3. Mecanismos de absorción. 2.2.4. Transporte nutrimental. 2.2.5. Absorción pasiva. 2.2.6. Absorción activa.
3	Asociaciones micorrízicas	3.1. Bacterias promotoras de crecimiento 3.2. Hongos 3.2.1. Micorriza arbuscular 3.2.2. Ectomicorriza 3.2.3. Arbutroide 3.2.4. Oquideoide 3.3. Hongos septados oscuros 3.4. Casos exitosos de los trópicos
4	Respuesta Fisiológica al Estrés	4.1 Estrategias de resistencia 4.2 La deficiencia hídrica 4.3 Estrés por calor y choque térmico 4.4 Estrés por salinidad 4.5 Estrés por oxígeno 4.6. Sintomatología visual de deficiencias y toxicidad de los nutrimentos. 4.6.1. Síntomas atípicos. 4.6.2. Síntomas típicos 4.6.3. Métodos de diagnóstico nutrimental



5	Mantenimiento de la fertilidad forestal	5.1. Ciclado de nutrimentos de los bosques tropicales 5.2. Factores que controlan el reciclaje de nutrimentos 5.3. Producción y descomposición de hojas 5.4. Micro y macroartrópodos del suelo 5.5. Importancia de la microbiología en la descomposición de la materia orgánica 5.6. Influencia de las perturbaciones y el reciclaje de nutrimentos 5.7. Influencia de la tala selectiva en la pérdida y el reciclaje de nutrimentos
---	---	--

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Unidad 1: Fundamentos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica (s) Analiza la importancia de la nutrición vegetal, su relación con otras disciplinas y los factores de producción. Identifica los nutrimentos que intervienen en el desarrollo de las plantas</p> <p>Genéricas: Fomentar la investigación de información en bases de datos de literatura científica y libros.</p>	<p>Investiga en diferentes fuentes de información concepto e importancia de la nutrición vegetal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discute por equipos y posteriormente reafirmar en una sesión plenaria. • Realiza lectura comentada sobre los factores de producción y obtener un mapa conceptual. • Analiza información escrita de los nutrimentos y su clasificación, entregando como productos un informe o resumen. • Elabora en equipo cuadro comparativo de la información analizada. • Identifica y reflexiona la importancia de los nutrimentos en las funciones fisiológicas
Unidad 2: Procesos de absorción y transporte de nutrimentos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Analiza los mecanismos de absorción y transporte de los nutrimentos en la planta.</p> <p>Genéricas: Habilidades para buscar y analizar información proveniente de fuentes confiables.</p>	<p>Investiga en diferentes fuentes de información concepto e importancia de la nutrición vegetal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discute por equipos y posteriormente reafirmar en una sesión plenaria. • Realiza lectura comentada sobre los factores de producción y obtener un mapa



	<p>conceptual.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analiza información escrita de los nutrimentos y su clasificación, entregando como productos un informe o resumen. • Elabora en equipo cuadro comparativo de la información analizada. • Identifica y reflexiona la importancia de los nutrimentos en las funciones fisiológicas
Unidad 3: Asociaciones micorrízicas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Analiza los mecanismos de absorción y transporte de los nutrimentos en la planta por medio de la simbiosis micorrízica y bacteriana.</p> <p>Genéricas: Habilidades para buscar y analizar información proveniente de fuentes confiables, así mismo como planificar y organizar datos.</p>	<p>Analiza información de los mecanismos de absorción y transporte por medio de las interacción con microorganismos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elabora cuadro comparativo, esquema o mapa conceptual, para identificar los diferentes mecanismos de absorción y transporte de los nutrimentos. • Expone conclusiones por equipo de los mecanismos de absorción y transporte de los nutrientes • Analizar un caso en un cultivo. Entregando un reporte por escrito por equipo.
Unidad 4: Respuesta Fisiológica al Estrés	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Identifica la sintomatología que presentan las plantas por efecto de deficiencias o exceso de algún nutrimento o diferente tipo de estrés.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis, síntesis y comunicación oral y escrita. Habilidades interpersonales para participar en el desarrollo de investigaciones por equipo.</p>	<p>Diferenciar en diferentes fuentes los principales síntomas que presentan las plantas por toxicidad y diferentes tipos de estrés.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observar e identificar en campo los síntomas de deficiencias y diferentes tipos de estrés y toxicidad de nutrimentos en algunos cultivos y plantaciones, en base a lo que se analizó en clase. • Participar en mesas de discusión y análisis. • Realiza muestreos de análisis de suelo y planta para determinar nutrimentos.

Unidad 5: Mantenimiento de la fertilidad forestal	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Determina diferentes alternativas más eficientes para el mantenimiento de la fertilidad del suelo.</p> <p>Genéricas: Habilidades para buscar y analizar información proveniente de fuentes confiables, así mismo como planificar y organizar datos.</p> <p>Capacidad de análisis, síntesis y comunicación oral y escrita.</p>	<p>Desarrollar una investigación documental en diferentes fuentes sobre el mantenimiento de la fertilidad del suelo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar cuadro comparativo para diferenciar fertilizantes orgánicos e inorgánicos. • Discutir en el grupo lo investigado, para obtener conclusiones. • Realizar ensayos de formulación, mezclas físicas, dosificación y aplicación de fertilizantes. • Prácticas de campo y/o invernadero donde se establezca un cultivo y darle seguimiento • Presentar informes parciales de seguimiento y de resultados. • Investiga en diversas fuentes sobre las tecnologías de vanguardia de fertirrigación

8. Práctica(s)

<p>Recorrido de campo para identificar deficiencias nutrimentales o algún tipo estrés en algún cultivo o áreas naturales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inducción de deficiencias y toxicidad de elementos nutricionales en la planta. • Colecta de raíces para realizar un clareo y tinción para la determinación de hongos micorrízicos (hongos arbusculares, ectomicorriza, orquideoide) y bacterias <p>Establecimiento de un experimento de la funcionalidad de los microorganismos en la germinación, crecimiento y desarrollo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Visita guiada a un cultivo o plantación con sistema de fertirriego.

9. Proyecto de asignatura

<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 comunitario, 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

Evaluación diagnóstica.

- Evaluación formativa que permita realimentar el proceso de aprendizaje.
- Evaluación sumativa que se vincula con aquellas acciones que se orientan a dar cuenta de productos, saberes, desempeños y actitudes que se deben considerar para la calificación.
- Participación, exponer el desarrollo de un tema, iniciativa, trabajo en equipo y responsabilidad.
- Presentación de productos académicos: reportes, informes, casos de un proyecto integrador.
- Evaluación escrita.
- Evaluación práctica.
- Portafolio de evidencias

11. Fuentes de información

- Akhtar, M. S., & Siddiqui, Z. A. (2008). Arbuscular mycorrhizal fungi as potential bioprotectants against plant pathogens. In *Mycorrhizae: Sustainable agriculture and forestry* (pp. 61-97). Springer, Dordrecht.
- Alcalde, B. S., Alcantar G. G. y Tirado, T J. L. Manual de prácticas de laboratorio, Análisis vegetal. Una herramienta de diagnóstico. Colegio de Posgraduados, Montecillos, México.
- Azcon-Bieto y Talón M. J. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Editorial Mc Graw Hill - Interamericana. España. 1993.



- Bâ, A. M., McGuire, K. L., & Diédhiou, A. G. (Eds.). (2014). *Ectomycorrhizal symbioses in tropical and neotropical forests*. CRC press.
- Bennett, F. W. Nutrient Deficiencies Toxicities In Corp Plants. 1994. Collage of Agricultural Sciences and Natural Resources. Texas University Lubbock.
- Bonfante, P. (2018). The future has roots in the past: the ideas and scientists that shaped mycorrhizal research. *New Phytologist*, 220(4), 982-995.
- Burgueño, H. La Fertigación en Cultivos Agrícolas con Acolchado Plástico. Vol. II. Grupo Formato, SA de CV. México. 71 p. 1995
- Cadahia, L. C. Fertirrigacion Cultivos Hortícolas y Ornamentales. Ediciones Mundi Prensa. España. 1998.
- Cadahia, L. C. La savia como índice de fertilización. Ediciones Mundi-Prensa España 2008
- Chen, M., Arato, M., Borghi, L., Nouri, E., & Reinhardt, D. (2018). Beneficial services of arbuscular mycorrhizal fungi—From ecology to application. *Frontiers in plant science*, 9.
- Collis-George, N., B.G. Davey y D.E. Smiles.. Suelo, Atmósfera y Fertilizantes. AEDOS. España. 334 p. 1971
- Cooke, G. W. Fertilizantes y sus usos. Editorial CECSA. Compañía Editores Continental S.A. México CECSA. 1981.
- Coombs, J.; May, D. O. Long, S. P. Scarlock, J. M. O. Técnicas de Fotosíntesis y bioproduktividad. Editorial Futura S. A. México. 1988.
- Corrales, A., Henkel, T. W., & Smith, M. E. (2018). Ectomycorrhizal associations in the tropics: biogeography, diversity patterns and ecosystem roles. *New Phytologist*, 220(4), 1076-1091.
- Enríquez R., S.A. El Análisis Químico Instrumental Aplicado a la Agricultura. Curso de Capacitación. CIGA-Torreón, 1993. Coah. 95 p.
- Kohler, J., Roldán, A., Campoy, M., & Caravaca, F. (2017). Unraveling the role of hyphal networks from arbuscular mycorrhizal fungi in aggregate stabilization of semiarid soils with different textures and carbonate contents. *Plant and soil*, 410(1-2), 273-281.
- Li, X., He, X., Hou, L., Ren, Y., Wang, S., & Su, F. (2018). Dark septate endophytes isolated from a xerophyte plant promote the growth of *Ammopiptanthus mongolicus* under drought condition. *Scientific reports*, 8(1), 7896.
- Rasmussen, H. N. (2002). Recent developments in the study of orchid mycorrhiza. *Plant and soil*, 244(1-2), 149-163.
- Vergara, C., Araujo, K. E., Urquiaga, S., Santa-Catarina, C., Schultz, N., da Silva Araújo, E., ... & Zilli, J. É. (2018). Dark septate endophytic fungi increase green manure-15N recovery efficiency, N contents, and micronutrients in rice grains. *Frontiers in plant science*, 9.