



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Nutrición vegetal
Clave de la asignatura:	AEC-23129
SATCA¹:	2-2-4
Carrera:	Ingeniería en Agronomía; Medicina Veterinaria y Zootecnia

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero agrónomo y médico veterinario zootecnista los conocimientos para optimizar el manejo de los recursos, agua y nutrientes necesarios para incrementar los rendimientos de los cultivos y calidad de los productos que exige el mercado nacional e internacional, haciendo uso de tecnología moderna, que permita resolver la problemática de los diferentes sistemas de producción sustentable. Incidiendo en su autorrealización personal y profesional.</p> <p>La importancia de la asignatura radica en que la formación de ingenieros y licenciados en un mundo globalizado, exige el dominio de conocimientos relacionados con el diagnóstico nutricional de un cultivo para incrementar sus rendimientos, así como su calidad aplicando racionalmente los fertilizantes.</p> <p>Esta asignatura consiste en adquirir las competencias relacionadas en diagnosticar el estado nutricional de la planta y aplicar el uso eficiente y racional de los fertilizantes</p> <p>La asignatura de Nutrición Vegetal está relacionada con las materias de Producción y aprovechamiento de forrajes, Inocuidad alimentaria y bioseguridad.</p>
Intención didáctica
<p>Se sugiere que en esta asignatura se privilegie el análisis de las vivencias y experiencias de los alumnos, soportadas en las diferentes teorías relacionadas con los temas del plan de estudios; Las actividades deben considerar la aplicación de técnicas y prácticas que impliquen una mayor comprensión de los temas, que fomente en ellos la reflexión y el análisis crítico sobre lo que aprenden, que contribuya a brindarles herramientas conceptuales para entender algunas condiciones nutricionales de las plantas.</p> <p>Se organiza el temario en cuatro unidades, agrupando contenidos conceptuales de la asignatura en las dos primeras unidades.</p> <p>En la tercera unidad está destinada para conocer problemas de los nutrientes en la planta, así como realizar los análisis en la planta e interpretar los resultados.</p> <p>En la cuarta unidad se destina para conocer los fertilizantes orgánicos e inorgánicos, así como formular y aplicar soluciones nutritivas.</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



Conocerá dos sistemas de producción (fertiirrigación, hidroponía) su manejo y elaboración de programas de fertilización.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades practicas promuevan el desarrollo de habilidades para la producción y la experimentación tales como identificar, manejar y controlar las variables y los datos relevantes, así como plantear hipótesis; trabajar en equipo que propicie procesos intelectuales como inducción – deducción , análisis- síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades practicas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado.

En las actividades practicas sugeridas, es conveniente que el profesor busque solo guiar a los alumnos para que ellos realicen la elección de las variables a tener y que traten de controlar para aprender a planificar.

Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y en la clase discutir los resultados de las aplicaciones y observaciones hechas en el vegetal, de tal manera que las actividades de aprendizaje sugeridas, generen y propicien la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y a través de la observación, reflexión y la discusión se dé la formalización de la resolución de problemas.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el alumno aprenda a valorar las actividades que realiza y comprenda que está construyendo su hacer a futuro y en consecuencia actué de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Fecha febrero 2009	Representantes de los Institutos Tecnológicos de Conkal	Reunión Nacional de Diseño de Innovación Curricular de la carrera de Ingeniería en Agronomía
Instituto Tecnológico de Conkal, Torreón, Zona Maya, Úrsulo Galván y el Llano. fecha 3 de noviembre 2009 al 19 de marzo 2010	Representante de la Academia de Ingenierías	Análisis, enriquecimiento y elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de ingeniería en Agronomía



	Representantes de los Institutos Tecnológicos participantes en el diseño de la carrera de Ingeniería	Reunión nacional de consolidación de la carrera de ingeniería en Agronomía
--	--	--

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Aplicar los conocimientos relacionados con el uso de técnicas modernas y eficientes en el diagnóstico del estado nutricional de un cultivo e incrementar los rendimientos y calidad de las diferentes especies vegetales de importancia económica a nivel local, nacional e internacional. Diagnosticar el estado nutricional de la planta y aplicar el uso eficiente y racional de los fertilizantes.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none">• Formular soluciones nutritivas para uso agronómico.• Medir cantidades o pesos de componentes nutritivos.• Determinar y ajustar pH de soluciones.• 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.• Formular soluciones nutritivas.• Medir cantidades o pesos de componentes nutritivos.• Preparar soluciones para uso agronómico.• Determinar y ajustar pH de soluciones.• 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.• Saber manipular una base de datos, aplicando simuladores y proyectar en tiempo y forma la aplicación del nutriente.



6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Conceptos básicos.	<ul style="list-style-type: none">1.1. Importancia.<ul style="list-style-type: none">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.<ul style="list-style-type: none">1.2.1. Fenotipo y genotipo.1.2.2. Factores climáticos.1.2.3. Factores edáficos.1.3. Esencialidad de los nutrimentos.<ul style="list-style-type: none">1.3.1. Criterios de Arnon.1.3.2. Criterios de Urlich.1.3.3. Criterios de Bonning.1.4. Clasificación de los nutrimentos.1.5. Importancia de los nutrimentos en la fisiología.<ul style="list-style-type: none">1.5.1. Los nutrimentos como componentes de la célula.1.5.2. Funciones en el metabolismo de las plantas.
2	Mecanismos de absorción y transporte nutrimental.	<ul style="list-style-type: none">2.1. Mecanismos de absorción y transporte nutrimental.<ul style="list-style-type: none">2.1.1. Conceptos de absorción.2.2. Movilidad nutrimental.<ul style="list-style-type: none">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.2.2.7. Absorción por simbiosis.
3	Deficiencias y toxicidad nutrimental.	<ul style="list-style-type: none">3.1. Sintomatología visual de deficiencias y toxicidad de los nutrimentos.<ul style="list-style-type: none">3.1.1. Síntomas atípicos.3.1.2. Síntomas típicos.3.2. Métodos de diagnóstico nutrimental.<ul style="list-style-type: none">3.2.1. Análisis de suelo: técnicas de muestreo y tamaño de la muestra.3.2.2. Análisis foliar: técnicas de muestreo y tamaño de la muestra.



		<p>3.3. Pruebas rápidas.</p> <p>3.3.1. Manejo de las pruebas rápidas: determinación de nitratos, fosfatos, potasio, pH, conductividad eléctrica.</p> <p>3.3.2. Interpretación de resultados.</p> <p>3.4. Calibración y correlación de análisis de suelo y plantas.</p> <p>3.5. Análisis de savia.</p> <p>3.5.1. Muestreo de plantas.</p> <p>3.5.2. Preparación de muestras.</p> <p>3.5.3. Análisis e interpretación de resultados.</p>
4	Fertilizantes, usos y manejo.	<p>4.1. Definición de conceptos.</p> <p>4.1.1. Material fertilizante.</p> <p>4.1.2. Unidad fertilizante.</p> <p>4.1.3. Nutrientes en los fertilizantes.</p> <p>4.2. Tipos de fertilizantes.</p> <p>4.2.1. Orgánicos.</p> <p>4.2.2. Fertilizantes químicos propiedades físicas y dosificación.</p> <p>4.3. Formulación, preparación y aplicación de soluciones nutritivas en sistemas de producción.</p> <p>4.4. Sistema de fertirrigación.</p> <p>4.4.1. Importancia.</p> <p>4.4.2. Sistema de riego presurizado.</p> <p>4.4.3. Elaboración de programas de fertirriego.</p> <p>4.4.4. Manejo de cultivos bajo el sistema de fertirriego.</p> <p>4.5. Hidroponía.</p> <p>4.5.1. Preparación de soluciones nutritivas.</p> <p>4.5.2. Preparación de sustratos.</p> <p>4.5.3. Manejo de cultivos en condiciones de hidroponía.</p>



7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Conceptos básicos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> El alumno comprende la importancia de la nutrición vegetal, su relación con otras disciplinas con los factores de producción, así como identificara los nutrimentos esenciales que intervienen en la nutrición las plantas.</p> <p><i>Genérica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Habilidad en el uso de Tecnologías de la información y de la comunicación. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes. • Capacidad de investigación. • Capacidad de crítica y autocrítica. • Capacidad de trabajar en equipo. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Compromiso ético. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investiga en diferentes fuentes de información concepto e importancia de la nutrición vegetal. • Discute en 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 de la importancia de los nutrimentos en las funciones fisiológicas.
2. Mecanismos de absorción y transporte nutrimental.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> Conocer y comprender los mecanismos de absorción y transporte de los nutrimentos en el vegetal.</p> <p><i>Genérica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Habilidad en el uso de Tecnologías de la información y de la comunicación. • Capacidad de investigación. • Capacidad de crítica y autocrítica. • Capacidad de trabajar en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analiza el alumno, información de los mecanismos de absorción y transporte. • Elabora cuadro comparativo, esquema o mapa conceptual, para identificar los diferentes mecanismos de absorción y transporte de los nutrimentos. • Exponer 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.



3. Deficiencias y toxicidad nutrimental	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> Identificar e Interpretar la sintomatología que presenta el vegetal por efecto de deficiencias o exceso de algún nutrimento.</p> <p><i>Genérica(s):</i></p> <ul style="list-style-type: none">● Capacidad de abstracción, análisis y síntesis● Capacidad de comunicación oral y escrita● Habilidad en el uso de Tecnologías de la información y de la comunicación.● Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes● Capacidad de investigación● Capacidad de crítica y autocrítica● Capacidad de trabajar en equipo● Capacidad para tomar decisiones● Compromiso ético	<ul style="list-style-type: none">● Diferenciar en diferentes fuentes los principales síntomas que presentan las plantas por deficiencias y toxicidades.● Observar e identificar en campo los síntomas de deficiencias y toxicidad de nutrimentos en algunos cultivos, en base a lo que se analizó en clase.● Participar en mesas de discusión y análisis.● Fundamentar con métodos de diagnóstico● Involucrar al alumno en proyectos de investigación para validar lo aprendido.● Discusión, análisis y conclusiones.● Realiza muestreos de análisis de suelo, agua planta, para determinar nutrientes.
4. Fertilizantes, usos y manejo.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> Reconocer y valorar el nutriente orgánico o químico esencial, para determinar la fórmula ideal, en base al cultivo. Haciendo uso de la tecnología de fertirrigación o de hidroponía.</p> <p><i>Genéricas:</i></p> <ul style="list-style-type: none">● Capacidad de abstracción, análisis y síntesis● Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes● Habilidad en el uso de Tecnologías de la información y de la comunicación.● Capacidad de investigación● Capacidad de crítica y autocrítica	<ul style="list-style-type: none">● Desarrollar una investigación documental en diferentes fuentes sobre fertilizantes orgánicos y químicos.● Elabora 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 darle seguimiento● Presentar informes parciales de seguimiento y de resultados.● Investiga en diversas fuentes sobre las tecnologías de vanguardia de fertirrigación e hidroponía.



<ul style="list-style-type: none">• Capacidad de trabajar en equipo• Compromiso ético• Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente• Capacidad de comunicación oral y escrita	<ul style="list-style-type: none">• Realiza cuadro comparativo entre fertirrigación e hidroponía
--	--

8. Práctica(s)

- Recorrido de campo para identificar deficiencias nutrimentales en algún cultivo.
- Inducción de deficiencias y toxicidad de elementos nutricionales en la planta.
- Prácticas de laboratorio para cuantificar N., P., K., Ca., Mg., Na., CE., pH., en la solución del suelo.
- Uso del tensiómetro para determinación de humedad en campo.
- Preparación de mezclas físicas de fertilizantes comerciales y aplicación convencional.
- Preparación de soluciones nutritivas.
- Dosificación de soluciones nutritivas a un cultivo por fertirriego y otro por hidroponía.
- Visita guiada a un cultivo con sistema de fertirriego.
- Visita guiada a un cultivo con sistema hidropónico.
- Toma de muestras vegetales. Descontaminación de las mismas y su trituration.
- Mineralización por vía sulfúrica y perclórica para la determinación de los nutrientes totales presentes en los órganos vegetales presentes en los órganos vegetales.
 - Determinación: N orgánico, amonio y cloruros.
 - Determinación: fosforo total, fosforo inorgánico y boro.
 - Determinación: azufre orgánico y sulfatos.
 - Espectrofotometría de llama: potasio y sodio.
 - Espectrofotometría de absorción atómica: calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre y zinc.

Interpretación y diagnostico nutricional de los resultados obtenidos con el análisis de las plantas estudiadas.

Excursión a zonas agrícolas de alta utilización de los nutrientes y su tecnología.

Visita de manera guiada cultivos con sistema de fertirrigación y en hidroponía.



9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance del(los) logro(s) formativo(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 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 los saberes, habilidades y destrezas 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”, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

La evaluación debe ser: diagnóstica, formativa y sumativa. Para fortalecer la parte actitudinal, se recomienda utilizar la autoevaluación y la coevaluación.

Para evaluar las actividades de aprendizaje se recomienda emplear estrategias metacognitivas como: mapas conceptuales, reportes de prácticas, exposiciones en clase, ensayos, resúmenes, reportes de visitas, trípticos, guías de entrevista, observación y cuestionarios.

Para verificar el nivel del logro de las competencias del estudiante se recomienda utilizar: el portafolio de evidencias, listas de cotejo, rúbricas, matrices de valoración y guías de observación.



11. Fuentes de Información

1. 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.
2. Azcon-Bieto y Talón M. J. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Editorial Mc Graw Hill-Interamericana. España. 1993.
3. Bennett, F. W. Nutrient Deficiencies Toxicities In Corp Plants. 1994. Collage of
4. Agricultural Sciences and Natural Resources. Texas University Lubbock.
5. Burgueño, H. La Fertigación en Cultivos Agrícolas con Acolchado Plástico. Vol. II. Grupo Formato, SA de CV. México. 71 p. 1995
6. Cadahia, L. C. Fertirrigacion Cultivos Hortícolas y Ornamentales. Ediciones MundiPrensa. España. 1998.
7. Cadahia, L. C. La savia como índice de fertilización. Ediciones Mundi-Prensa España 2008
8. Collis-George, N., B.G. Davey y D.E. Smiles.. Suelo, Atmósfera y Fertilizantes. AEDOS. España. 334 p. 1971
9. Cooke, G. W. Fertilizantes y sus usos. Editorial CECSA. Compañía Editores
10. Continental S.A. México CECSA. 1981.
11. Coombs, J.; May, D. O. Long, S. P. Scarlock, J. M. O. Técnicas de Fotosíntesis y bioproduktividad. Editorial Futura S. A. México. 1988.
12. Enríquez R., S.A. El Análisis Químico Instrumental Aplicado a la Agricultura. Curso de Capacitación. CIGA-Torreón, 1993. Coah. 95 p.
13. Fetimex,. Uso y Aplicación de Fertilizantes. Serie de Capacitación No. 13. 63 p 1981.
14. Jiménez, G. S. Fertilizantes de Liberación lenta. Agro guía. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 1992
15. Janssen, B.H. Efficient use of nutrients: an art of balancing. Field Crop Res. 56:197-201, 1998
16. Huterwall, G. O. Hidroponía. Cultivo de plantas sin tierra. Edit. Albatros. Argentina. 1989
17. Howard M. Resh, Cultivos Hidropónicos Ediciones Mundi-Persa 5º edición Madrid, Barcelona, 2006
18. Lira, S. R. H. Fisiología vegetal. Editorial Trillas. 1994.
19. Magdoff, Fred, L. Lanyon and B. Liebhardt.. Nutrient cycling, transformations and flows: implications for a more sustainable agriculture. Advances in Agronomy , 60:1-73, 1997
20. Marschner, H. Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd. edition. Academic Press. Ireland. 674 p. 1981.
21. Moya, Talens, J. A. Riego localizado y Fertirrigación. Editorial Mundi-Prensa. 1998.
22. Miller, E. V. Fisiología vegetal. Editorial UTEHA. 1981.
23. Mortvedt, J. J. Giordano, P. M y Lnday, W.L. Micronutrientes en Agricultura. Editorial AGT. Editor S.A. 1983.
24. Ortiz, V. B; Ortiz. C. A. Edafología. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de suelos. 1990.
25. Peña P., E. y M.A. Montiel G. Manual Práctico de Fertirriego. Colección Manuales.
26. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca-Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 68 p. 1998.
27. Pessarkli, M. (Editor). Handbook of Plant Crop Physiology. 2nd. edition. Marcel Dekker, Inc. New York. 973 p. 2000.
28. Rodríguez, N. F. Ramírez, S. L. F. y R. F. Materia orgánica, su efecto en el suelo e influencias directas en la planta. UACH. Departamento de suelo. 1992.
29. Rodríguez, S. F. Fertilizantes. Nutrición Vegetal. Editorial AGT Editor S.A. 1982.
30. Rorison, I.H. Mineral nutrition in time and space. New Phytol. 106 (Supplement):79-92 ,1987



31. Ruiz, S. J. G. Fertigación. (Aplicación de fertilizantes en el agua de riego).
32. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de suelos. 1993.
33. Salisbury, F. B. y C. W. Ross. Fisiología Vegetal. Edit. Grupo Editorial Interamericana. México. 1994
34. Sanchez, D., C. F. Hidroponía, principios y métodos de cultivo. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, edo. de México. 1988
35. Tislade S. L y Nelson, N. L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Unión tipográfica. Editorial Hispanoamericana S.A. de C.V. México.1982.
36. Urrestarazu M. G. Tratado de cultivo sin suelo ediciones Mundi-Persa Madrid-Barcelona 2004.
37. Velarde, F. G .A. González, J. R. y Ruiz V. S. Suelos y fertilización en fruticultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 1979.