

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	Nutrición Vegetal
Carrera:	Ingeniería en Agronomía
Clave de la asignatura:	AGC-1019
SATCA <sup>1</sup>	2-2-4

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero agrónomo los conocimientos para eficientar 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.

### **Intención didáctica.**

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.

Se organiza el temario en cuatro unidades, agrupando contenidos conceptuales de la asignatura en las dos primeras unidades.

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.

En la cuarta unidad se destina para conocer los fertilizantes orgánicos e inorgánicos, así como formular y aplicar soluciones nutritivas.

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

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas 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

---

<sup>1</sup> Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

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 de 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 actúe 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.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<b>Competencias específicas:</b>	<b>Competencias genéricas</b>
<p>Aplicar los conocimientos relacionados con el uso de técnicas modernas y eficientes en el diagnostico 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.</p> <p>Diagnosticar el estado nutricional de la planta y aplicar el uso eficiente y racional de los fertilizantes.</p>	<p>1. Competencias instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis</li><li>• Capacidad de organizar y planificar</li><li>• Conocimientos generales básicos</li><li>• Conocimientos básicos de la carrera</li><li>• Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li><li>• Conocimiento de una segunda lengua</li><li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li><li>• Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).</li></ul>

- Solución de problemas
- Toma de decisiones.

## 2. **Competencias interpersonales:**

- Capacidad crítica y autocrítica.
- Trabajo en equipo.
- Habilidades interpersonales.
- Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas.
- Capacidad para presentarse en foros Interdisciplinarios.
- Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas afines.
- Apreciación de la diversidad y multiculturalidad.
- Habilidad y capacidad para trabajar en un ambiente laboral y de trabajo en equipo interdisciplinario.
- Compromiso ético

## 3. **Competencias sistémicas:**

- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica mediante la investigación.
- Capacidad de generar nuevas ideas siendo creativo y la habilidad para trabajar en equipo.
- Iniciativa y espíritu emprendedor.
- Búsqueda del logro.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- Habilidades de investigación
- Capacidad de aprender
- Liderazgo
- Conocimiento de otras culturas y costumbres de regiones, para adaptarse a nuevas situaciones.
- Capacidad para diseñar y gestionar proyectos.
- Preocupación por la calidad

	Una competencia es una capacidad profesional, es una construcción intelectual culturalmente diseñada, desarrollada en un proceso formativo.
--	---

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas Fecha febrero 2009	Representantes de los Institutos Tecnológicos de Conkal	Reunión nacional de Diseño e innovación curricular de la carrera de Ingeniería en agronomía
Instituto Tecnológico de Conkal, Torreón, Zona Maya, Ursulo 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
Instituto Tecnológico de el fecha	Representantes de los Institutos Tecnológicos participantes en el diseño de la carrera de Ingeniería	Reunión nacional de consolidación de la carrea de ingeniería en

#### 5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

Aplicar los conocimientos relacionados con el uso de técnicas modernas y eficientes en el diagnostico 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

#### 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

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.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Conceptos básicos.	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 climáticos. 1.2.3. Factores edáficos. 1.3. Esencialidad de los nutrimentos. 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. 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.	2.1. Mecanismos de absorción y 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. 2.2.7. Absorción por simbiosis.

3	Deficiencias y Toxicidad nutrimental.	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.1. 3.1. Sintomatología visual de deficiencias y toxicidad de los nutrimentos. <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1.1. Síntomas atípicos.</li> <li>3.1.2. Síntomas típicos</li> </ul> </li> <li>3.2. 3 Métodos de diagnóstico nutrimental. <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1. Análisis de suelo: técnicas de muestreo y tamaño de la muestra.</li> <li>3.2.2. Análisis foliar: técnicas de muestreo y tamaño de la muestra.</li> </ul> </li> <li>3.3. Pruebas rápidas. <ul style="list-style-type: none"> <li>3.3.1. Manejo de las pruebas rápidas: determinación de nitratos, fosfatos, potasio, pH, conductividad eléctrica.</li> <li>3.3.2. Interpretación de resultados.</li> </ul> </li> <li>3.4. Calibración y correlación de análisis de suelo y plantas.</li> <li>3.5. Análisis de savia. <ul style="list-style-type: none"> <li>3.5.1. Muestreo de plantas.</li> <li>3.5.2. Preparación de muestras.</li> <li>3.5.3. Análisis e interpretación de resultados.</li> </ul> </li> </ul>
4	Fertilizantes, usos y manejo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.1. Definición de conceptos. <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1.1. Material fertilizante.</li> <li>4.1.2. Unidad fertilizante.</li> <li>4.1.3. Nutrimentos en los fertilizantes.</li> </ul> </li> <li>4.2. Tipos de fertilizantes. <ul style="list-style-type: none"> <li>4.2.1. Orgánicos. <ul style="list-style-type: none"> <li>4.2.1.1. Composta.</li> <li>4.2.1.2. Abonos verdes.</li> <li>4.2.1.3. Estiércoles.</li> </ul> </li> <li>4.2.2. Fertilizantes químicos propiedades físicas y dosificación.</li> </ul> </li> <li>4.3. Formulación, preparación y aplicación de soluciones nutritivas en sistemas de producción.</li> <li>4.4. Sistema de fertirrigación. <ul style="list-style-type: none"> <li>4.4.1. Importancia.</li> <li>4.4.2. Sistema de riego presurizado.</li> <li>4.4.3. Elaboración de programas de fertirriego.</li> <li>4.4.4. Manejo de cultivos bajo el sistema de fertirriego.</li> </ul> </li> <li>4.5. 4 Hidroponía. <ul style="list-style-type: none"> <li>4.5.1. Preparación de soluciones nutritivas.</li> <li>4.5.2. Preparación de sustratos.</li> <li>4.5.3. Manejo de cultivos en condiciones de hidroponía.</li> </ul> </li> </ul>

## **8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)**

El facilitador dominara la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas.

Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del alumno y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre alumnos.

Tomar en cuenta el conocimiento de los alumnos como punto de partida y para la construcción de nuevos conocimientos, rompiendo paradigmas.

Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.

Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.

Propiciar la planeación y organización de los procesos de la nutrición vegetal de acuerdo a la etapa vegetativa del cultivo.

Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.

Propiciar en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis- síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.

Llevar a cabo actividades practicas de acuerdo a la unidad para reforzar los conocimiento adquiridos, en el aula y en su entorno.

Aplicar conceptos y de terminología adecuada a su área de conocimiento.

Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución, para desarrollar interdisciplinaria en el estudiante.

Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una ingeniería con enfoque sustentable.

Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.

## **9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación de la asignatura se hará con base en el siguiente desempeño.

- Evaluación diagnóstica, continua y formativa.
- Participar, 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.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Conceptos básicos

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
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	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investiga en diferentes fuentes de información concepto e importancia de la nutrición vegetal.</li><li>• Discute en por equipos y posteriormente reafirmar en una sesión plenaria.</li><li>• Realiza lectura comentada sobre los factores de producción y obtener un mapa conceptual.</li><li>• Analiza información escrita de los nutrimentos y su clasificación, entregando como productos un informe o resumen.</li><li>• Elabora en equipo cuadro comparativo de la información analizada.</li><li>• Identifica y reflexiona de la importancia de los nutrimentos en las funciones fisiológicas.</li></ul>

### Unidad 2: Mecanismos de absorción y transporte nutrimental.

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
Conocer y comprender los mecanismos de absorción y transporte de los nutrimentos en el vegetal.	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.
--	---

### Unidad 3: Deficiencias y toxicidad nutrimental

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Identificar e Interpretar la sintomatología que presenta el vegetal por efecto de deficiencias o exceso de algún nutrimento.	<p>Diferenciar en diferentes fuentes los principales síntomas que presentan las plantas por deficiencias y toxicidades.</p> <p>Observar e identificar en campo los síntomas de deficiencias y toxicidad de nutrimentos en algunos cultivos, en base a lo que se analizo en clase.</p> <p>Participar en mesas de discusión y análisis.</p> <p>Fundamentar con métodos de diagnostico</p> <p>Involucrar al alumno en proyectos de investigación para validar lo aprendido.</p> <p>Discusión, análisis y conclusiones.</p> <p>Realiza muestreos de análisis de suelo, agua planta, para determinar nutrientes.</p>

### Unidad 4: Fertilizantes, usos y manejo.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
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>Desarrollar una investigación documental en diferentes fuentes sobre fertilizantes orgánicos y químicos.</p> <p>Elabora cuadro comparativo para diferenciar fertilizantes orgánicos e inorgánicos.</p> <p>Discutir en el grupo lo investigado, para obtener conclusiones.</p> <p>Realizar ensayos de formulación, mezclas físicas, dosificación y aplicación de fertilizantes.</p>

	<p>Prácticas de campo y/o invernadero donde se establezca un cultivo darle seguimiento</p> <p>Presentar informes parciales de seguimiento y de resultados.</p> <p>Investiga en diversas fuentes sobre las tecnologías de vanguardia de fertirrigación e hidroponía.</p> <p>Realiza cuadro comparativo entre fertirrigación e hidroponía.</p>
--	--

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

Alcalde, B. S., Alcantar G. G. y Tirado, T J. L. Manual de prácticas de laboratorio, Análisis vegetal. Una herramienta de diagnostico. Colegio de Posgraduados, Montecillos, México.

Azcon-Bieto y Talón M. J. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Editorial Mc Graw Hill-Interamericana. España. 1993.

Bennett, F. W. Nutrient Deficiencies Toxicities In Corp Plants. 1994. Collage of Agricultural Sciences and Natural Resources. Texas University Lubbock.

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

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 bioproductividad. Editorial Futura S. A. México. 1988.

*Enríquez R., S.A. El Análisis Químico Instrumental Aplicado a la Agricultura. Curso de Capacitación. CIGA-Torreón, 1993. Coah. 95 p.*

*Fetimex,. Uso y Aplicación de Fertilizantes. Serie de Capacitación No. 13. 63 p 1981.*

Jiménez, G. S. Fertilizantes de Liberación lenta. Agro guía. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 1992

*Janssen, B.H. Efficient use of nutrients: an art of balancing. Field Crop Res. 56:197-201, 1998*

*Huterwall, G. O. Hidroponía. Cultivo de plantas sin tierra. Edit. Albatros. Argentina. 1989*

Howard M. Resh, Cultivos Hidropónicos Ediciones Mundi-Persa 5º edición Madrid, Barcelona, 2006

Lira, S. R. H. Fisiología vegetal. Editorial Trillas. 1994.

*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*

*Marschner, H. Mineral Nutrition of Higher Plants. 3<sup>rd</sup>. edition. Academic Press. Ireland. 674 p. 1981.*

Moya, Talens, J. A. Riego localizado y Fertirrigación. Editorial Mundi-Prensa. 1998.

Miller, E. V. Fisiología vegetal. Editorial UTEHA. 1981.

Mortvedt, J. J. Giordano, P. M y Lnday, W.L. Micronutrientes en Agricultura. Editorial AGT. Editor S.A. 1983.

Ortiz, V. B; Ortiz. C. A. Edafología. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de suelos. 1990.

*Peña P., E. y M.A. Montiel G. Manual Práctico de Fertirriego. Colección Manuales. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca-Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 68 p. 1998.*

*Pessarkli, M. (Editor). Handbook of Plant Crop Physiology. 2<sup>nd</sup>. edition. Marcel Dekker, Inc. New York. 973 p. 2000.*

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.

Rodríguez, S. F. Fertilizantes. Nutrición Vegetal. Editorial AGT Editor S.A. 1982.

*Rorison, I.H. Mineral nutrition in time and space. New Phytol. 106 (Supplement):79-92 ,1987*

Ruiz, S. J. G. Fertirrigación. (Aplicación de fertilizantes en el agua de riego). Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de suelos. 1993.

*Salisbury, F. B. y C. W. Ross. Fisiología Vegetal. Edit. Grupo Editorial Interamericana. México. 1994*

*Sanchez, D., C. F. Hidroponía, principios y métodos de cultivo. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, edo. de México. 1988*

Tislade S. L y Nelson, N. L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Unión tipográfica. Editorial Hispanoamericana S.A. de C.V. México.1982.

Urrestarazu M. G. Tratado de cultivo sin suelo ediciones Mundi-Persa Madrid-Barcelona 2004.

Velarde, F. G .A. González, J. R. y Ruiz V. S. Suelos y fertilización en fruticultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 1979.

**12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS** (aquí sólo describen brevemente, queda pendiente la descripción con detalle).

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 trituración.

Mineralización por vía sulfúrica y perclórica para la determinación de los nutrientes totales presentes en los órganos vegetales

Extracción en medios acuosos y ácido de los nutrientes en vías de integración presentes en los órganos vegetales.

-Determinación: N orgánico, amonio y cloruros.

-Determinación: fósforo total, fósforo 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 diagnóstico 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.