



NUTRICIÓN VEGETAL

I. DATOS GENERALES

Unidad Académica:	Departamento de Suelos
Programa Educativo:	Ingeniero Agrónomo Especialista en Suelos
Nivel educativo:	Licenciatura
Área de conocimientos:	Fertilidad
Asignatura:	Nutrición Vegetal
Clave:	758
Créditos:	9
Carácter:	Obligatorio
Tipo:	Teórico-práctico
Prerrequisitos:	Bioquímica, Fisiología Vegetal, Fisiocoquímica, Microbiología de Suelos, Química de Suelos, Fertilidad de Suelos.
Profesor:	Dr. Miguel Ángel Vergara Sánchez
Ciclo escolar:	2008 – 2009
Año:	7°
Semestre	Segundo
Horas teoría/semana:	4
Horas práctica/semana:	2
Horas tiempo independiente:	3
Horas totales/semana:	6
Horas totales/semestre:	96

II. INTRODUCCIÓN

El curso de nutrición vegetal se ubica en el segundo semestre de cada ciclo escolar y esta dirigido a los alumnos de séptimo año del Departamento de Suelos. Es una materia terminal dentro del plan de estudios vigente, donde se integran los aspectos bioquímicos, fisiológicos y ecológicos del funcionamiento de las plantas superiores con relación a su nutrición mineral. En este curso se enfatiza la aplicación práctica e interpretación de resultados mediante abundantes ejemplos provenientes de investigaciones en el campo de la Ciencia del Suelo, Ecología, Agronomía en lo general y Nutrición Vegetal en lo particular.

La asignatura se vincula estrechamente con algunas otras del plan de estudio del Departamento de Suelos, la mantener una relación vertical con: Microbiología de Suelos, Química de Suelos y Fertilidad de Suelos, que se imparten en semestres anteriores además mantiene una relación horizontal con Sanidad Vegetal. Este curso contiene elementos útiles que sirven como base para la realización de trabajos de investigación y tesis. El curso se imparte con base a clase teóricas y prácticas, a razón



de 4.5 y 3 horas/semana. En donde se incluyen las exposiciones de los temas por el profesor. Periodos de discusión y análisis de los temas, ejercicios prácticos relacionados con la nutrición de los cultivos, todo ello con la participación activa de los estudiantes. Con referencia a la evaluación los estudiantes realizan exámenes, tareas y ejercicios en clase y fuera de clase.

III. PRESENTACIÓN

El conocimiento profundo y preciso de los procesos, mecanismos y factores que determinan la disponibilidad, acceso, absorción, asimilación y funcionamiento de los elementos esenciales o nutrimentos en las plantas de cultivo es fundamental para quienes persiguen lograr incrementos tanto en la cantidad como en la calidad de los productos agrícolas.

La eficiencia en el uso de los fertilizantes edáficos y foliares, químicos y orgánicos, el manejo de diversos sustratos para el crecimiento de las plantas, la identificación correcta de deficiencias nutrimentales, la toma y manejo de muestras foliares, la interpretación del análisis foliar, son, entre otras, actividades sustantivas del Ingeniero Agrónomo Especialista en Suelos, por lo que esta asignatura se imparte como parte fundamental de las herramientas teóricas y prácticas con las que se cubren esos aspectos, procurando que el egresado de esta especialidad sea capaz de solventar problemas técnicos y de investigación relacionados con la producción sustentable de alimentos en cualquier agroecosistema.

Los objetivos de la asignatura, de acuerdo a los lineamientos académicos de la UACH, permiten una educación integral, formativa y crítica, a partir de la enseñanza de conceptos teóricos y prácticos sólidos que favorecen en el educando el desarrollo de habilidades y actitudes que le permiten comprender, diagnosticar y resolver problemas en el campo de la Nutrición Vegetal.

IV. OBJETIVO GENERAL

Analizar los conocimientos y herramientas que permitan integrar los principios físico-químicos, biológicos y del ambiente para determinar tanto en el ámbito molecular como ecológico, la nutrición mineral y por ende el óptimo desarrollo de los cultivos así como desarrollar habilidades al resolver problemas en el campo de la nutrición de los cultivos.

V. CONTENIDO

Unidad 1. Introducción a la Nutrición Vegetal (3 h)

Objetivo

Argumentar los principios básicos de la Nutrición Vegetal para reflexionar acerca de la importancia del curso.



Contenido

- 1.1. Presentación
- 1.2. Presentación del curso
- 1.3. Programa del curso
- 1.4. Importancia del curso
 - 1.4.1. Ubicación en la ciencia
 - 1.4.2. Aspectos que cubre la Nutrición Vegetal
- 1.5. Factores de crecimiento
- 1.6. Concepto de presión y tensión

Unidad 2. Acceso Nutrimental (6 h)

Objetivo

Reconocer al recurso suelo como sustrato para producir el desarrollo de los cultivos así como explicar los mecanismos mediante los cuales los nutrientes disponibles son llevados hacia la raíz de la planta.

Contenido

- 2.1. La solución del suelo
 - 2.1.1. Factores que afectan su concentración
 - 2.1.2. Concepto y cálculo de la actividad iónica
- 2.2. Flujo de masas
 - 2.2.1. Definición
 - 2.2.2. Modelos y ecuación de D'arcy
 - 2.2.3. Importancia en el aporte nutrimental
- 2.3. Difusión
 - 2.3.1. Definición
 - 2.3.2. Modelos y ecuaciones de Fick
 - 2.3.3. Importancia en el aporte nutrimental
- 2.4. Interceptación
 - 2.4.1. Definición-
 - 2.4.2. Modelos y ecuaciones aplicadas-
 - 2.4.3. Importancia en el aporte nutrimental-
- 2.5. Procesos biológicos que favorecen la nutrición vegetal
 - 2.5.1. La rizósfera
 - 2.5.2. Los quelatos del suelo-sideróforos
 - 2.5.2.1. Origen
 - 2.5.2.2. Mecanismos de movimiento
 - 2.5.2.3. Estabilidad
 - 2.5.2.4. Importancia en el aporte de nutrientes

Unidad 3. Absorción Nutrimental (19 h)

Objetivo

Reconocer las estructuras biológicas involucradas en el proceso de absorción, factores condicionantes y principios que la rigen, para describir el proceso de absorción nutrimental.



Contenido

- 3.1. Anatomía de la raíz
- 3.2. Estructura y composición de la pared celular
- 3.3. Movimiento de iones intra radicales
 - 3.3.1. Movimiento apoplástico
 - 3.3.1.1. Espacio libre aparente, acuoso y Donan
 - 3.3.1.2. Efecto de pH y CIC raíz sobre la selectividad iónica
 - 3.3.2. Movimiento simplasmico
- 3.4. Estructura y composición de la membrana celular
- 3.5. Absorción pasiva
 - 3.5.1. Evidencias
 - 3.5.2. Principio de electroneutralidad – homeostasis
 - 3.5.3. Balance iónico
 - 3.5.4. Potenciales electroquímicos (Nertz, Donan)
- 3.6. Absorción activa
 - 3.6.1. Evidencias
 - 3.6.2. Potenciales electroquímicos y membranas transductoras de energía
 - 3.6.3. Modelos
 - 3.6.3.1. Transportadores
 - 3.6.3.2. Contra y cotransporte
 - 3.6.3.3. Funcionales

Unidad 4. Transporte de Nutrientos y Fotosintatos (6 h)

Objetivo

Explicar los mecanismos y fuerzas que operan al mover y distribuir los nutrientes en el interior de la planta para describir el proceso completo de transporte de nutrientes y fotosintatos.

Contenido

- 4.1. Concepto fuente – demanda
- 4.2. Transporte radial
- 4.3. Transporte en el xilema
- 4.4. Transporte en el floema
- 4.5. Transporte floema-hoja-floema
 - 4.5.1. Modelos de Ben-zioni

Unidad 5. Funciones de los Nutrientos (4.5 h)

Objetivo

Investigar cuales son las especies químicas más comunes en que los nutrientes son absorbidos, las moléculas que forman y sus funciones en el interior de la planta; así como describir la relación entre nutrición y ambiente para clasificar las funciones de los principales nutrientes en la planta.

Contenido

- 5.1. Antagonismo y sinergismo



- 5.2. Funciones bioquímicas
- 5.3. Funciones fisiológicas
- 5.4. Funciones ecológicas
- 5.5. Ciclos biogeoquímicos de mayor importancia en la Nutrición Vegetal
- 5.6. Nutrición Vegetal y ambiente
- 5.7. Efecto invernadero
- 5.8. Secuestro de carbono

Unidad 6. Adaptación Genotípica a Presiones Ambientales (6.5 h)

Objetivo

Señalar como las plantas responden a condiciones ambientales adversas, así como identificar los mecanismos de adaptación bioquímica y morfología y sus perspectivas futuras para caracterizar algunas plantas.

Contenido

- 6.1.-Definición de conceptos
- 6.2.-Adaptación a deficiencia de Fe
- 6.3.-Adaptación a exceso de Al
- 6.4.-La biotecnología y la nutrición mineral

Unidad 7. Cultivos sin Suelo (7 h)

Objetivo

Analizar métodos avanzados de cultivo sin suelo, para determinar los principales aspectos que se deben tomar en cuenta para su implementación.

Contenido

- 7.1. Ventajas y limitaciones
- 7.2. Desarrollo de sistemas
 - 7.2.1. Hidroponía
 - 7.2.2. Plastoponía
 - 7.2.3. Aeroponía
- 7.3. Preparación de soluciones nutritivas
- 7.4. Manejo de sistemas
- 7.5. Sustratos

Unidad 8. Efecto de la Contaminación sobre los Cultivos (6 h)

Objetivo

Determinar las principales fuentes de contaminación de los suelos, para explicar su efecto sobre la nutrición vegetal y su posible remediación.

Contenido

- 8.1. Concepto de contaminante y poluante
- 8.2. Elementos pesados



- 8.3. Detergentes
- 8.4. Petróleo
- 8.5. Contaminación biológica
- 8.6. Lluvia ácida

Unidad 9. Diagnóstico Nutricional (4 h)

Objetivo

Aplicar los fundamentos del diagnóstico nutricional para interpretar un análisis foliar.

Contenido

- 9.1. Concepto de diagnóstico
- 9.2. Muestreo foliar
- 9.3. El análisis foliar
- 9.4. Tipos de diagnóstico
 - 9.4.1. Visual
 - 9.4.2. Basados en la concentración nutricional (rangos críticos, niveles de suficiencia).
 - 9.4.3. Basados en las relaciones nutricionales (Kenworthy, DRIS, DRIS modificado).
- 9.5. Representación e interpretación de la dinámica y balance nutricional.
 - 9.5.1. Gráficas bivariadas (tiempo-concentración, tiempo-relación nutricional).
 - 9.5.2. Gráficas multivariadas o tipo radar (tiempo-concentración-relación nutricional-porcentaje relativo-tratamiento-factor).
- 9.6. Alcances y limitaciones

Unidad 10. Nutrición no Mineral (4 h)

Objetivo

Analizar las opciones recientes de fertilización y nutrición, los productos actuales en el mercado y sus ventajas y limitaciones con el fin de complementar el conocimiento que se tiene acerca de las formas de fertilización ya conocidas

Contenido

- 10.1.-Substancias húmicas
- 10.2.-Aminoácidos
- 10.3.-Substancias antiestrés
- 10.4.-Azúcares
- 10.5.-Nuevos fertilizantes órgano-minerales

VI. METODOLOGÍA

El curso se desarrollará tanto en aula (la parte teórica), como en laboratorio, invernadero y campo (parte práctica), con fuerte apoyo de biblioteca, así como la asistencia de destacados conferencistas en la parte de la solución del suelo, sustratos y diagnóstico nutricional. El calendario de conferencias se dará a conocer al inicio del curso.



Además existe una serie de apoyos didácticos como escritos, revisiones de literatura, resúmenes, manuales y transparencias, elaboradas por el responsable del curso, que se proporcionan al estudiante y se le indicará la consulta de artículos, tesis, libros y página WEB que complementan este material.

VII. PRÁCTICAS

Para lograr que los alumnos rebasen el ámbito teórico se requiere una aplicación dirigida e integrada de los conceptos impartidos en la parte teórica; las prácticas aquí planteadas desarrollan en el estudiante las habilidades necesarias para enfrentar problemas nutrimentales usuales en la agricultura nacional.

A). PRÁCTICAS DE REVISIÓN Y LABORATORIO-INVERNADERO (24 HORAS)

OBJETIVO:

Explicar las causas de problemas nutrimentales en los principales grupos de suelos del país para identificar estos, así como plantear soluciones viables.

- Práctica 1 Suelos ácidos
- Distribución nacional y mundial
 - Características físicas, químicas y biológicas
 - Principales problemas nutrimentales
 - Alternativas de manejo nutrimental
 - Resultados experimentales previos
- Práctica 2 Suelos calcáreos
- Distribución nacional y mundial
 - Características físicas, químicas y biológicas
 - Principales problemas nutrimentales
 - Alternativas de manejo nutrimental
 - Resultados experimentales previos
- Práctica 3 Suelos alcalinos
- Distribución nacional y mundial
 - Características físicas, químicas y biológicas
 - Principales problemas nutrimentales
 - Alternativas de manejo nutrimental
 - Resultados experimentales previos

Desarrollo de la práctica:

- El grupo se dividirá en secciones, cada sección revisará la bibliografía pertinente a los aspectos señalados anteriormente y hará una exposición frente a grupo.
- Cada sección propondrá, con base a lo anterior, al menos dos prácticas a desarrollar durante el semestre, en laboratorio y/o invernadero.



- iii Las prácticas a desarrollar tendrán la siguiente estructura:
 - Planteamiento del problema
 - Marco teórico
 - Objetivos, hipótesis y supuestos
 - Materiales necesarios
 - Métodos y técnicas a emplear para validar las hipótesis
 - Calendario de actividades
 - Como se analizarán los datos
- iv Presentación frente al grupo de los resultados

B). INTEGRACIÓN EN CAMPO (10 horas)

OBJETIVO:

Definir las técnicas en la colección, manejo e interpretación de análisis de material vegetal que de manera regular se emplea en el diagnóstico nutrimental, para aplicar estas en la colección de muestras, análisis de los datos, así como plantear las recomendaciones pertinentes, lo cual en áreas aledañas se realizarán las actividades siguientes:

- i Selección de un cultivo
- ii Recopilación de información del sitio, el cultivo y su agrotecnia
- iii Entrevistas con productores
- iv Colección de una muestra representativa
 - Propuesta de una estrategia de muestreo (muestreo de diagnóstico y muestreo de monitoreo)
 - Cálculo del tamaño de muestra
 - Parte de la planta a muestrear
 - Consideración de factores que afectan el muestreo
- v Manejo de la muestra y preparación
 - Transporte de muestras
 - Descontaminación
 - Secado de la muestra
- vi Análisis de la muestra y control de calidad
- vii Interpretación del análisis
 - Con base a concentraciones
 - Con base en relaciones nutrimentales
- viii Representación gráfica de dinámicas y balances nutrimentales
 - Gráficas divariadas
 - Gráficas multivariadas



C). Desarrollo de una monografía de un tema (los temas a desarrollar se seleccionarán de acuerdo a los intereses de los estudiantes) (8.5 horas) cuyo objetivo es identificar las fuentes bibliográficas disponibles en el campo de la nutrición vegetal.

Necesidades para el Curso Práctico:

1. 4 bancales de invernadero
2. 300 macetas de 2 – 3 kg de capacidad
3. 2 kg. De bolsas de plástico 20 x 30
4. 5 marcadores indelebles de color negro
5. 250 gr. De semilla de maíz, sorgo, frijol, chícharo
6. 50 kg de semilla de lechuga, jitomate, cilantro
7. Análisis de 3 muestras de suelos
8. Análisis de 20 muestras foliares
9. Transporte para los estudiantes
 - a) recorrido Chapingo-San Miguel-Tetzcuizingo-Chapingo: muestreo de plantas para análisis foliar)
 - b) Recorrido Chapingo-Jojutla, Mor.-Chapingo: identificación de deficiencias (necesario proporcionar comida a los estudiantes).
10. 12 costales vacíos de azúcar
11. 250 kg de suelo ácido (Pátzcuaro, Michoacán,) y 250 kg. De suelo calcáreo (Tlaltizapán, Morelos)

VIII. EVALUACIÓN

Se considera tanto el aspecto teórico como el práctico.

	CANTIDAD	PUNTAJE	TOTAL %
1. Exámenes de teoría	4	15	60
2. Prácticas de invernadero	2	10	20
3.- Integración de campo	1	10	10
4.- Monografía	1	10	10
TOTAL			100%

Examen 1: Unidades: 1,2 y 3 - Septiembre

Examen 2: Unidades: 4 y 5 - Octubre

Examen 3: Unidades: 6 y 7- Noviembre

Examen 4: Unidades: 8 ,9. 10- Diciembre

NOTAS IMPORTANTES:

Las tareas que se asignen son individuales y obligatorias, si no se entregan se pierde el derecho a presentar exámenes.

Para obtener la acreditación los estudiantes deben tener un promedio de 6.6 en escala de 10.0. Sólo se promedia teoría y práctica si el estudiante aprueba ambas. Si reprueba una de ellas no acreditará el curso.



XI. BIBLIOGRAFÍA

- Alcántar G. E. G. 2007. Nutrición de cultivos. Mundi-Prensa .México.
- Bennet, W. F. 1993. Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. College of Agricultural Sciences and Natural resources. Texas Tech. University, Lubbock.
- Cadahia L.C. 2008. La savia como índice de fertilización. Mundi-Prensa. México.
- FAO. 1990. Soilless culture for horticultural crop production. FAO, ONU, Rome, Italy.
- Lemaire F. D. A. 2005. Cultivos en maceta y contenedores. Mundi-prensa México.
- Marschner, H. 1990. Mineral nutrition of higher plants. (2nd Ed.). Academic Press. London, England.
- Mengel, M., and E. A. Kirkby. 2001. Principles of plant nutrition. 4th Ed. IIP. Bern Switzerland.
- Resh, H. M. 1991. Hydroponic food production. 4th Ed. Woodbridge Press Pub. Co. Santa Bárbara, Cal. USA.
- Sánchez N.J. 2007. Fertilizantes: el alimento de nuestros alimentos. Trillas. México.
- Vergara, S. M. A. 1995. Guía para la colección, manejo, análisis e interpretación de material vegetal con fines de diagnóstico nutricional. CEDOC. Depto. De Suelos. UACH.
- Will, A. 1988. Soil conditions and plant growth. Longman Scientific Technical.

TEXTOS COMPLEMENTARIOS

Se dará una lista al inicio de cada capítulo que incluye libros, tesis, artículos y páginas WEB.

Se consultarán también los números recientes de las siguientes publicaciones periódicas: Journal of Plant Nutrition, Soils and Fertilizer, Nature, Soil and Plant Nutrition.

1.