

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**  
**DEPARTAMENTO DE FITORECNA**  
**AGRONOMÍA EN HORTICULTURA PROTEGIDA**

**NUTRICIÓN VEGETAL**

**I. DATOS GENERALES:**

Unidad Académica:	Departamento de Fitotecnia
Programa Educativo:	Agronomía en Horticultura Protegida
Nivel educativo:	Licenciatura
Línea curricular:	Agrobiología
Asignatura:	Nutrición Vegetal
Clave:	
Créditos:	7.5
Carácter:	Obligatorio
Tipo de curso:	Teórico-práctico
Prerrequisitos:	Análisis químico y Diagnóstico Nutricional Vegetal, Edafología, Bioquímica, Fisiología Vegetal
Nombre del profesor:	M.C. Joel Pineda Pineda Dr. Felipe Sánchez del Castillo Dra. Ana Maria Castillo González Dr. Miguel Angel Vergara Sánchez Dr. Ranferi Maldonado Torres
Ciclo escolar:	2008-2009
Año:	5°
Semestre:	Primero
Horas teoría/semana:	3.0
Horas práctica/semana:	2.0
Horas totales del curso/semestre:	80
Horas aprendizaje independiente	40

**II. INTRODUCCIÓN**

El curso de Nutrición Vegetal se ubica en el primer semestre de cada ciclo escolar y esta dirigido a los alumnos de quinto año de la carrera de Agrónomo en Horticultura Protegida. Es una materia básica 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 sobre los fundamentos teóricos y la aplicación práctica de los principios que de la Nutrición Vegetal. Se hace una interpretación de resultados de investigación provenientes del campo de la Agronomía en lo general y Nutrición Vegetal en lo particular.

La asignatura se vincula estrechamente con otras materias del plan de estudios, entre ellas: Con una relación horizontal Análisis Químico y Diagnóstico Nutricional Vegetal, Ecofisiología que se imparten en el mismo semestre; así como Fisiología Vegetal con una relación vertical, y otras que se imparten en semestres anteriores. Además este curso contiene elementos útiles que sirven como base para los cursos de Producción de hortalizas, Producción de flores y Ornamentales, Producción de frutales, y para la realización de trabajos de investigación y tesis. El curso se imparte con base en clase teóricas y prácticas a razón de 3 y 2 horas/semana, respectivamente. El curso se desarrolla con exposiciones de los temas por el profesor, seguidas por 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. Adicionalmente los estudiantes realizan tareas y ejercicios fuera de clase, lo cual permite su evaluación.

### **III. PRESENTACIÓN**

El conocimiento 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 el Ingeniero en Horticultura Protegida y lograr la maximización de las funciones de las plantas, que se traducirá en incrementos tanto en la cantidad como en la calidad de los productos agrícolas, optimizando los factores de la producción.

La eficiencia en el uso de los fertilizantes (químicos y orgánicos) edáficos y foliares, el manejo de diversos sustratos para el crecimiento de las plantas, la toma y manejo de muestras foliares, la identificación y corrección de deficiencias nutricionales, la interpretación del análisis foliar, son actividades sustantivas del Ingeniero en Horticultura Protegida.

La enseñanza de conceptos teóricos y prácticos sólidos favorecerán el desarrollo de habilidades y actitudes que permitan comprender, diagnosticar y resolver problemas en el campo de la Nutrición Vegetal, tanto técnicos como de investigación relacionados con la producción sustentable de alimentos en agricultura protegida.

### **IV. OBJETIVOS GENERALES**

Proporcionar los conocimientos y herramientas que permitan integrar los principios físicos, químicos, biológicos y ambientales a fin de determinar las necesidades de la planta con relación a la nutrición mineral y su efecto en el desarrollo de los cultivos.

Desarrollar habilidades al diagnosticar y resolver problemas en el campo de la Nutrición Vegetal para planear una producción sustentable de alimentos en agricultura protegida.

## **V. CONTENIDO**

### **TEÓRICO (50 horas)**

#### **Unidad I. Introducción (5 horas)**

Objetivo. Identificar los principios básicos de la Nutrición Vegetal para explicar la importancia de los factores que determinan el crecimiento vegetal .

##### Contenido

- 1.1. Presentación del curso
- 1.2. Aspectos que cubre la Nutrición Vegetal
- 1.3. Composición del material vegetal
- 1.4. Curvas de abastecimiento nutrimental
- 1.5. Factores que determinan el crecimiento de las plantas

#### **2. Acceso Nutrimental (8 Horas)**

Objetivos. Describir al suelo como sustrato en el desarrollo de los cultivos para explicar los mecanismos mediante los cuales los nutrientes disponibles son llevados hacia la raíz de la planta. Discutir los factores que afectan esos movimientos y los fenómenos biológicos que garantizan una adecuada nutrición de la planta para comprender como se lleva a cabo el acercamiento de los nutrientes a las raíces de las plantas .

##### Contenido

- 2.1. La solución del suelo
  - 2.1.1. Concentración
  - 2.1.3. Formas iónicas de los nutrientes
  - 2.1.3. 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-intercambio por contacto
  - 2.4.1. Definición
  - 2.4.2. Modelos y ecuaciones aplicadas
  - 2.4.3. Importancia en el aporte nutrimental
- 2.5. Factores que influyen en el abasto nutrimental
  - 2.5.1. La rizósfera
  - 2.5.2. Secreción de fitosideróforos
  - 2.5.3. Textura
  - 2.5.4. Humedad

## 2.5.5 Biológicos

### 3. Absorción Nutrimental (12 horas)

Objetivo. Identificar las estructuras celulares de la raíz, factores condicionantes y principios que rigen la absorción nutrimental en las plantas, para explicar como los nutrientes pasan del exterior al interior de las raíces.

#### 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 simplásmico
- 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
- 3.7. Factores que afectan la absorción nutrimental (Endógenos, exógenos)

### 4. Transporte de Nutrientes y Fotosintatos (6 horas)

Objetivo. Caracterizar los mecanismos y fuerzas que operan en el transporte de sustancias, para entender como se mueven y distribuyen los nutrientes y metabolitos el interior de la planta.

- 4.1. Relación fuente – demanda
- 4.2. Transporte radial
- 4.3. Transporte en el xilema
- 4.4. Transporte en el floema
- 4.5. Transporte floema-hoja-floema
- 4.6. Factores que afectan el transporte de iones y sustancias

### 5. Funciones de los Nutrientes (6 horas)

Objetivo. Identificar cuales son las diferentes especies químicas en que los nutrimentos son absorbidos, las moléculas que forman y sus funciones en el interior de la planta para explicar los cambios en su composición durante las diferentes relaciones de la planta con su ambiente.

#### Contenido

- 5.1. Antagonismo y sinergismo
- 5.2. Funciones bioquímicas
- 5.3. Funciones fisiológicas
- 5.4. Funciones ecológicas
- 5.6. Nutrición Vegetal y ambiente
- 5.7. Efecto invernadero

### **6. Adaptación genotípica a presiones ambientales ( 6 horas)**

Objetivo. Analizar los mecanismos de adaptación a nivel bioquímico y morfológico que presentan las plantas para explicar su respuesta a algunas condiciones ambientales adversas.

#### Contenido

- 6.1. Definición de presión y tensión
- 6.2. Adaptación a deficiencia de Fe en medios alcalinos y/o calcáreos
- 6.3. Adaptación a exceso de Al en suelos ácidos
- 6.4. Mejoramiento genético y la nutrición mineral

### **7. Efecto de la contaminación sobre los cultivos (6 horas)**

Objetivo. Clasificar las principales fuentes de contaminación de los suelos y determinar su efecto sobre la nutrición vegetal, para aplicar las técnicas más confiables de remediación.

#### Contenido

- 7.1. Concepto de contaminante
- 7.2. Elementos pesados
- 7.3. Detergentes
- 7.4. Petróleo y sus derivados
- 7.5. Contaminación biológica
- 7.6. Lluvia ácida

### **PRÁCTICAS (30 horas)**

Objetivo. Explicar las causas de los problemas nutrimentales en los principales grupos de suelos de México y desarrollar la capacidad para identificar síntomas anormales, así como plantear alternativas de solución.

Práctica 1 Identificación y corrección de problemas nutrimentales de suelos ácidos (8 h)

- Práctica 2 Identificación y corrección de problemas nutrimentales de suelos calcáreos (8 h)
- Práctica 3 Identificación y corrección de problemas nutrimentales de suelos salinos (8 h)
- Práctica 4 Fertilización y absorción foliar de nutrimentos (2 h)
- Práctica 5 Alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas en suelos con diferente tiempo de cultivo bajo condiciones de invernadero (4 h).

### **Desarrollo de las prácticas y reporte de resultados**

Las prácticas a desarrollar tendrán la siguiente estructura:

- Planteamiento del problema y soluciones posibles
- 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
- Análisis y discusión de resultados
- Conclusiones y recomendaciones
- Bibliografía consultada

## **VI. METODOLOGÍA**

El curso se desarrollará tanto en aula (la parte teórica), como en laboratorio e invernadero (parte práctica), con fuerte apoyo de biblioteca donde se consultara la bibliografía básica y revistas especializadas sobre en tema.

Además se proporcionara una serie de apoyos didácticos como escritos, revisiones de literatura, resúmenes, manuales y transparencias, elaboradas por los responsables del curso, y se indicará la consulta de artículos, tesis, libros y página WEB que complementan este material.

## **VII. EVALUACIÓN**

La teoría se evalúa a nivel individual y para el caso de la práctica es necesario formar equipos para trabajo tanto en laboratorio como en invernadero.

Se considera tanto el aspecto teórico como el práctico.

	Cantidad	Puntaje	Total %
1. Exámenes de teoría	4	12.5	50
2. Prácticas de invernadero	5	8	40

3.- Tareas

5

2

10

Total 100%

### **VIII. BIBLIOGRAFÍA**

1. Bennet, W.F. 1993. Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. College of Agricultural Sciences and Natural resources. Texas Tech. University, Lubbock.
- Brady, N. C., and Weil, R. R. 1999. The nature and properties of soils. Twelfth edition. Prentice Hall. New Jersey.
2. FAO. 1990. Soiless culture for horticultural crop production. FAO, ONU, Rome, Italy.
3. Marschner, H. 2005. Mineral nutrition of higher plants. (3<sup>nd</sup> Ed.). Academic Press. London, England.
4. Mengel, M., and E. A. Kirkby. 2001. Principles of plant nutrition. 5<sup>th</sup> Ed. IIP. Bern Switzerland.
5. Resh, H. M. 1991. Hydroponic food production. 4<sup>th</sup> Ed. Woodbridge Press Pub. Co. Santa Bárbara, Cal. USA.
6. Will, A. 1988. Soil conditions and plant growth. Logman Scientific Technical.