

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

**EDAFOLOGÍA Y FERTILIDAD**

**I. DATOS GENERALES**

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Unidad Académica:          | Departamento de Fitotecnia                                |
| Programa Educativo:        | Agronomía en Horticultura Protegida                       |
| Nivel educativo:           | Licenciatura  |
| Línea Curricular:          | Agrobiología  |
| Asignatura:                | Edafología y Fertilidad                                   |
| Clave:                     |   |
| Créditos:                  | 7.5   |
| Carácter:                  | Obligatorio   |
| Tipo:                      | Teórico-práctico  |
| Prerrequisitos:            | Química   |
| Nombre del profesor:       | M.C. Joel Pineda Pineda<br>Ing. Francisco Rodríguez Neave |
| Ciclo escolar:             | 2008-2009   |
| Año                        | Cuarto  |
| Semestre                   | Primero   |
| Horas teoría/semana:       | 3.0   |
| Horas práctica/semana:     | 2.0   |
| Horas totales del curso:   | 80  |
| Horas tiempo independiente | 40  |

**II. INTRODUCCION**

El curso de edafología se ubica en el primer semestre de cada ciclo escolar y esta dirigido a los alumnos de cuarto año. Es una materia de carácter general la cual se relaciona de manera horizontal con Introducción a la Horticultura Protegida y Bioquímica, al mismo tiempo que sirve de base para el entendimiento de cursos que se ubican en semestres posteriores del plan de estudios, como Análisis Químico y Diagnóstico Nutricional Vegetal, Fisiología Vegetal, Nutrición Vegetal, con los cuales existe una relación vertical. La metodología se basa en la exposición del profesor y la participación activa de los alumnos, así como la ejecución de prácticas. En el caso de la evaluación, ésta se realizará con exámenes, los reportes de prácticas y tareas diversas.

**III. PRESENTACION**

El entendimiento y conocimiento del suelo, como recurso natural insustituible en sus múltiples funciones ambientales y medio de desarrollo de las plantas, es de primordial importancia para la formación de profesionales de Agronomía en Horticultura Protegida.

El curso cubre actividades de carácter informativo, descriptivo y práctico de los principales tópicos de la Ciencia del Suelo. El estudio se centra en vincular al estudiante con el estudio del suelo, considerándolo como componente central del ambiente; cuyas características, condiciones y funciones determinan el manejo sustentable de los sistemas de producción de plantas cultivadas, aspectos que deben ser parte del perfil de egreso del profesional de Agronomía en Horticultura Protegida.

#### **IV. OBJETIVOS GENERALES**

Identificar los conocimientos y herramientas de la Edafología con el fin de determinar las características y propiedades, fertilidad, uso y manejo del suelo y el potencial de producción de cultivos en una perspectiva sustentable .

Analizar los principios básicos de la dinámica de los elementos nutritivos de las plantas en el suelo y su relación con el medio a través de la aplicación de los métodos, las técnicas y el uso de procedimientos para evaluar las condiciones del suelo, así como mantener y elevar la fertilidad de los mismos en el marco de una agricultura sustentable.

#### **V. CONTENIDO**

##### **TEÓRICO (54.0 horas)**

##### **Unidad I. Introducción (2.0 horas)**

Objetivo. Entender la importancia del suelo como recurso natural y medio de producción de cultivos, para planear la producción agrícola óptima en un contexto sustentable.

##### Contenido

- 1.1. Importancia del curso
- 1.2. El suelo como componente principal del ambiente
  - 1.2.1. El concepto de pedósfera
  - 1.2.2. Relaciones y flujos de energía, materia e información
  - 1.2.3. Interacciones con la antropósfera
- 1.3. Suelo, productividad y biodiversidad
- 1.4. Concepto de calidad del suelo y su relación con los atributos de sustentabilidad de los agrosistemas.

##### **Unidad 2. Origen y desarrollo del suelo (4.5 horas)**

Objetivo. Comprender la génesis del suelo y los factores que determinan su formación y desarrollo, para determinar el potencial productivo de los suelos .

##### Contenido

- 2.1. Aspectos generales (Ecuación de Jenny)
- 2.2. Procesos de intemperismo de minerales y rocas
- 2.3. Efecto de clima

- 2.4. Organismos (plantas, animales, hombre)
- 2.5. Relieve (geoformas, pendientes)
- 2.6. Tiempo
- 2.7. Desarrollo – Morfología del suelo
  - 2.7.1. Procesos de la génesis del suelo -formación de horizontes
  - 2.7.2. El perfil del suelo
  - 2.7.3. Horizontes del perfil del suelo (O, A, E, B, C ) y estratos
  - 2.7.4. Parámetros para caracterizar los horizontes (profundidad, color, textura, estructura, reacción al HCl y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, límite)

### **Unidad 3. Características y propiedades del suelo (12.0 horas)**

Objetivo. Identificar las características y propiedades del suelo para determinar su funcionamiento en los agroecosistemas .

#### Contenido

- 3.1. Propiedades físicas
  - 3.1.1. Color
  - 3.1.2. Textura
  - 3.1.3. Estructura
  - 3.1.4. Densidad real y densidad aparente
  - 3.1.5. Espacio poroso y atmósfera del suelo
  - 3.1.6. El agua del suelo: capilaridad, infiltración, percolación, retención, potencial matricial y movimiento, capacidad de campo, punto de marchites permanente y humedad aprovechable.
- 3.2. Propiedades químicas
  - 3.2.1. pH
  - 3.2.2. CE
  - 3.2.3. Concentración nutrimental
  - 3.2.5. Intercambio iónico (Capacidad de intercambio catiónico y capacidad de intercambio aniónico)
  - 3.2.6. Capacidad amortiguadora del suelo
- 3.3. Propiedades biológicas
  - 3.3.1. Materia orgánica y el ciclo global del carbono (origen, procesos y efectos)
  - 3.3.2. La flora y fauna del suelo (tipos y funciones)
- 3.4. Las fases del suelo y la formación del suelo ideal

### **Unidad 4. Fertilidad de los Suelos (31.5 horas)**

#### Objetivos

Analizar las necesidades de producir alimentos y su relación con los sistemas de producción agrícola para planificar la superficie y las condiciones de producción.

Explicar la relación entre la fertilidad del suelo y los factores que intervienen en el crecimiento de las plantas, para ponderar la influencia de la fertilidad en la nutrición de las plantas.

#### Contenido

4.1 Definición de fertilidad del suelo. Su influencia en la producción de cosechas.

4.2. Producción de Cosechas (1.5 horas)

#### **4.3 Factores que influyen en la producción de cosechas**

4.3.1. Factor genotípico. Importancia e interacción con la fertilidad

4.3.2. Factor biótico. Importancia e interacción con la fertilidad

4.3.3. Factor climático. Importancia e interacción con la fertilidad

#### **4.4. Elementos Nutritivos o Nutrimientos (3.0 horas)**

Objetivo. Discutir las necesidades que demandan las plantas en términos de elementos químicos, para propiciar que estas completen su ciclo de vida.

#### Contenido

4.4.1. Nutrimientos (3.0 horas)

Definición y criterios de esencialidad

Formas y cantidades absorbidas por las plantas

Clasificación con base en la cantidad absorbida

4.4.2 Elementos químicos útiles y sustancias orgánicas activas fisiológicamente (Si, Ni, Co, azúcares, aminoácidos, enzimas, vitaminas, sustancias húmicas, saponinas, reguladores del crecimiento).

4.4.3. Mecanismo de abastecimiento de nutrimentos hasta la raíz. Descripción del flujo de masas y difusión y su relación con la fertilización edáfica.

#### **4.5. Nitrógeno (N) (6.0 horas)**

Objetivo. Describir el comportamiento del N en el suelo y los procedimientos para evitar y corregir las deficiencias o excesos de este nutrimento

#### Contenido

4.5.1 Ciclo del N en la naturaleza. Descripción general

4.5.2 Relación del N atmosférico y el N edáfico. Fijación biológica, fijación industrial, fijación química. Definición e importancia relativa.

4.5.3. Formas del N en el suelo. Orgánica e inorgánica y su proporción relativa.

4.5.4. Procesos del N en el suelo (Definición e importancia relativa)

- El N en solución y su absorción por el cultivo

- Mineralización-Inmovilización

- Nitrificación

- Procesos de pérdida de N (Lixiviación, Desnitrificación, Volatilización)

- Adsorción y fijación de amonio

4.5.5. Deficiencias y excesos de N y su corrección

- Biofertilizantes. Los microorganismos y la fertilización de cultivos

- Abonos orgánicos. Concentración de N e importancia relativa

- Fertilizantes químicos

- Producción. Materia prima y proceso Haber-Bosh
- Tipos, concentración, índice de acidez, índice salino, reacción inicial.
- Criterios para la selección y aplicación de los fertilizantes nitrogenados. (Disponibilidad en el mercado, costo, característica del fertilizante, característica del clima, característica del cultivo).
- Eficiencia y destino del fertilizante nitrogenado y su impacto ambiental.

#### **4.6. Fósforo (P) (3.0 horas)**

Objetivo. Describir el comportamiento del P en el suelo y los procedimientos para evitar y corregir deficiencias de este nutrimento.

##### Contenido

- 4.6.1. Formas de P en el suelo. Orgánica e inorgánica y su proporción relativa
- 4.6.2. Procesos del P en el suelo
  - El P en solución y su absorción por el cultivo
  - Mineralización
  - Adsorción y precipitación del P
- 4.6.3. Deficiencias y excesos de P y su corrección
  - Biofertilizantes
  - Abonos orgánicos
  - Fertilizantes químicos
    - Producción. Roca fosfórica en México
    - Tipos y criterios para su selección y manejo
    - Eficiencia de los fertilizantes fosfóricos y su impacto ambiental.

#### **4.7. Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) (4.5 horas)**

Objetivo. Puntualizar el comportamiento de los cationes (K, Ca, Mg) en el suelo y los procedimientos para evitar y corregir deficiencias y excesos de esos nutrimentos.

##### Contenido

- 4.7.1. Formas de K, Ca y Mg en el suelo. Estructural, intercambiable, en solución.
- 4.7.2. Procesos del K, Ca y Mg en el suelo
  - El K, Ca y Mg en solución y su absorción por el cultivo
  - Abastecimiento de K, Ca y Mg a la solución del suelo
  - Intercambio catiónico y relaciones iónicas ideales.
- 4.7.3. Deficiencias y excesos de K, Ca y Mg y su corrección
  - Suelos ácidos y porcentaje de saturación de bases. Encalado y fertilización.
  - Suelos alcalinos y las relaciones catiónicas. Fertilización
  - Fertilizantes químicos
    - Su producción. Materia prima y proceso
    - Tipos y criterios para la selección y manejo
    - Eficiencia del fertilizante potásico y su impacto ambiental.

#### **4.8. Azufre (S) (1.5 horas)**

Objetivo. Definir la importancia del S en la agricultura mexicana y los procedimientos para evitar y corregir deficiencias y excesos de este nutrimento.

Contenido

- 4.8.1. Importancia del S en la agricultura. Mejorador, pesticida y nutrimento
- 4.8.2. El estudio del S como nutrimento. Absorción, adsorción, deficiencias
- 4.8.3. Fuentes de S como nutrimento en la agricultura. Fertilizantes, abonos orgánicos.

**4.9. Mezclas fertilizantes y fórmulas de fertilización (3.0 horas)**

Objetivo. Puntualizar la preparación y el uso de mezclas como fertilizantes y las fórmulas de fertilización para planear procesos en la mejora de la fertilización del suelo que favorezca el desarrollo de diferentes cultivos.

Contenido

- 4.9.1. Mezclas fertilizantes comerciales en México
- 4.9.2. Preparación de fórmulas de fertilización y mezclas fertilizantes.

**4.10 Micronutrientos (3.0 horas)**

Objetivo. Describir las condiciones que conducen a las deficiencias de micronutrientos para generar los procedimientos de corrección.

Contenido

- 4.10.1. Deficiencias de micronutrientos en México
  - Condiciones y causas edáficas
  - Condiciones y causas de los cultivos
- 4.10.2. Procedimiento para corregir deficiencias
  - Manejo del suelo
  - Genotipos
  - Uso y manejo de fertilizantes

**4.11 Fertilización Foliar (3.0 horas)**

Objetivo. Comparar la fertilización foliar versus la fertilización edáfica, para contribuir en la nutrición de la planta.

Contenido

- 10.1. Fundamentos de la fertilización foliar. Estructura de la hoja, penetración y absorción de nutrimentos.
- 10.2. Ventajas de la fertilización foliar. Agronómica, económica y ambiental
- 10.3. Tecnología de la fertilización foliar. Factor planta, factor ambiental, factor de la solución y su manejo.

**4.12 Abonos Orgánicos (3.0 horas)**

Objetivo. Detallar el comportamiento de los abonos orgánicos en el suelo y su influencia en la producción de cosechas, para formular las recomendaciones de abonados orgánicos.

## Contenido

- 4.12.1. Los residuos orgánicos en México. Tipos, cantidades y riqueza nutrimental.
- 4.12.2. Dinámica de los abonos orgánicos.
  - 11.2.1. Mineralización. Definición y uso de series de mineralización
  - 11.2.2. Humificación. Definición y manejo de coeficientes isohúmicos
- 4.12.3. Manejo de abonos orgánicos. Uso fresco -crudo o maduro-procesado
- 4.12.4. Ventajas del uso de los abonos orgánicos
  - En el suelo. Cambio en sus características y propiedades.
  - Directamente en la planta. Uso de sustancias húmicas en la agricultura.

## **Unidad 5. Degradación y Conservación del suelo (4 ho ras)**

Objetivo. Analizar el estado actual y los procesos de degradación del recurso suelo en México, para generar alternativas de manejo y conservación de suelos.

### Contenido

- 5.1. Degradación de suelo y ambiente
- 5.2. Degradación física
  - 5.2.1. Compactación y encostramiento (causas, consecuencias)
  - 5.2.2. Erosión hídrica y eólica (Agentes, factores, consecuencias sobre la productividad y el ambiente).
- 5.3. Degradación química
  - 5.3.1. Contaminación (elementos pesados e hidrocarburos)
  - 5.3.2. Ensalitramiento (origen, clasificación, consecuencias ambientales)
- 5.4. Degradación biológica
  - 5.4.1. Reducción en flora y fauna
  - 5.4.2. Pérdida de la materia orgánica y sus consecuencias.
- 5.5. Estado actual de la degradación del suelo en el mundo y en México
- 5.6. Consideraciones finales

## **VI. PRÁCTICAS (36.0 horas)**

Objetivo general. Desarrollar algunas habilidades y actitudes, que junto con el conocimiento impartido en la parte teórica, permitan cubrir todos los aspectos de un proceso de enseñanza y aprendizaje integral.

PRACTICA 1. Recorrido de campo: La Siberia-Lago de Texcoco, Edo. de México (8.0 h).

Objetivo: Observar los factores de formación del suelo y toma de muestras para realizar su caracterización fisico-química en el laboratorio.

PRACTICA 2. Determinaciones físicas del suelo en laboratorio (textura, CC, PMP y densidad aparente) (5.0 h).

Objetivo: Practicar las determinaciones físicas mas importantes para deducir el potencial productivo de los suelos .

PRACTICA 3. Determinaciones químicas del suelo en el laboratorio (pH, CE, CIC y MO) (5.0 h).

Objetivo: Practicar las determinaciones químicas mas importantes para deducir el potencial productivo de los suelos .

PRACTICA 4. Recorrido de campo por los Edos de México-Morelos (8.0 h)

Objetivo. Discutir aspectos de fertilidad y manejo de suelos ácidos y calcáreos, tipos de vegetación y problemas de degradación del suelo para comprender la situación actual del recurso suelo .

PRACTICA 5. Generación de dosis de fertilización considerando información de suelo, cultivo, clima y análisis químico de suelo (10.0 h).

Objetivo. Aplicar la información necesaria en la generación de dosis de fertilización de cultivos agrícolas para formular recomendaciones que sean aplicables a diferentes condiciones ambientales y de manejo.

## VII. METODOLOGÍA

El curso comprende sesiones de aula (parte teórica), como trabajo de laboratorio y salidas al campo (parte práctica), con fuerte apoyo en material bibliográfico.

Además existe una serie de apoyos didácticos como escritos, revisiones de literatura, artículos, resúmenes y transparencias, elaborados por el responsable del curso, que se proporcionará al estudiante y se le indicara la consulta de tesis, libros y páginas WEB que complementan este material.

## VIII. 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 campo, asimismo para la entrega de los reportes respectivos.

Los aspectos a evaluar se indican a continuación:

|  |                     |
|--|---------------------|
| Tres exámenes parciales                          | 60 % (cada uno 20%) |
| Participación en prácticas y entrega de reportes | 30 %                |
| Tareas y participación en clase                  | 10 %                |
| Total  | 100 %               |



Examen 1: unidades 1, 2 y 3  
Examen 2: unidades 4 (1er parte)  
Examen 3: unidades 4 (2da parte) y 5

## **IX. BIBLIOGRAFÍA**

- Acton, D.F., and L. J. Gregorich (eds) 1995. The health of our soils. CLBR. Publication 1906/E. Canadá.
- Bacon, E.P. 1995. Nitrogen fertilization in the environment. Marcel Deller Inc. USA.
- Brady, N. C. and Weil, R. R. 1999. The nature and properties of soils. Twelfth edition. Prentice Hall. New Jersey.
- Cadahia, C. 1998. Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales. Ed. Mundi -Prensa. Madrid-Barcelona.México.
- California Fertilization Association. 1995. Manual de fertilizantes para horticultura. UTEHA. Noriega editores.
- Castellanos, J. Z., Uvalle-Bueno, J. X. y Aguilar-Santelises, A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. 2ª edición. Ed. INCAPA. México.
- Chen, Y., and Aviad, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In: ASA and SSSA. Humic Substances in Soil and Crop Sciences; Selected Readings. Pp 161-183. Madison, USA.
- Colegio de Postgraduados. 1997. Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Chapingo, Méx.
- CONAZA, 1995. La desertificación en México. Comisión Nacional de Zonas Aridas. San Luis Potosí, México.
- Domínguez V., A. 1997. Tratado de fertilización. 3ª edición. Ed. Mundi -Prensa. Madrid-Barcelona-México.
- Domínguez V., A. 1996. Fertirrigación. 2ª edición. Ed. Mundi -Prensa. Madrid-Barcelona-México.
- Fageria, N. K. 2002. Soils Quality vs. environmentally -based agricultural management practices. Comm. Soil Science and Plant Analysis 33 (13 and 14:2301 -2329).
- FAO. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma, Italia.
- FAO. 1983. El reciclaje de materias orgánicas en la agricultura de América Latina. Boletín de suelos de la FAO No. 41.
- Fink, A. 1985. Fertilizantes y fertilización: fundamentos y métodos para la fertilización de los cultivos. Barcelona-Reverté.
- Fuentes Y., J. L. 1999. El suelo y los fertilizantes. 5ª edición. Ed. Mundi -Prensa. Madrid-Barcelona- México.
- Hamdi, Y. A. 1985. La fijación de nitrógeno en la explotación de los suelos. Boletín de suelos de la FAO No. 49.
- Havlin, J. H., Beaton, J. D., Tisdale, S. L., and Nelson, W. L. 1999. Soil Fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management. 6<sup>th</sup> edition. Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Labrador M., J. 1996. La materia orgánica en los agrosistemas. Ministerio de Agricultura, Pesca, y Alimentación. España. Ed. Mundi -Prensa. Madrid-Barcelona-México.

- Lal, R. 1990. Soil erosion and land degradation: the global risk. In: Lal, R. and B.A. Stewart. 1990. Soil degradation. Advances in Soil Science. Vol. 11. Springer - Verlaag. New York.
- Miller, W. R., and Donahue, L.R. 1990. An introduction to soils and plant growth. Prentice Hall. USA.
- Porta Casenellas, J., López Acevedo, M., Roquero de la Laburu, C., 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Mundiprensa Madrid, España.
- Sims, J. T. 2000. Soil fertility evaluation, pp D106 -D154 In: M. E. Summer (ed.) Handbook of Soil Science. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Rodríguez N., F. 1986. Clorosis férrica: definición, causas, importancia y alternativas en México. Terra Vol. 4, No. 2. Ed. Soc. Mex. de la Ciencia del Suelo.
- Rodríguez N., F. 1990. Abonos orgánicos: formación de sustancias húmicas, mineralización del nitrógeno. Dpto. de Suelos. UACH. México.
- Sparks, L. D. 1996. SSSA Book Series 5. Methods of soil analyses. Part 3. Chemical methods. Soil Science Society of America, Inc. USA.
- Tan H.K. 1996. Soil Sampling, Preparation and Analysis. Marcel Dekker Inc. USA.
- Vergara S., M. A. 2003. Identificación y selección de indicadores de calidad del suelo y sustentabilidad en sistemas naturales y agrícolas de ladera en Oaxaca. Tesis Doctor en Ciencias. IRENAT, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx.