



FERTILIDAD DE SUELOS

I. DATOS GENERALES

Unidad Académica:	Departamento de Suelos
Programa Educativo:	Ingeniero Agrónomo Especialista en Suelos
Nivel educativo:	Licenciatura
Área de conocimientos:	Fertilidad
Asignatura:	Fertilidad de Suelos
Clave:	117
Créditos:	6
Carácter:	Obligatorio
Tipo:	Teórico-práctico
Prerrequisitos:	Química de Suelos
Profesor:	Ing. Francisco Rodríguez Neave
Ciclo escolar:	2008 – 2009
Año:	6°
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 Fertilidad de Suelos se ubica en el sexto año segundo semestre de la carrera de Ing. Agrónomo Especialista en Suelos. Esta materia se relaciona de manera vertical con las materias de Microbiología de los Suelos, Física de Suelos, y Química de Suelos, además de tener una relación horizontal con Drenaje Agrícola y Cartografía de Suelos. Proporciona los fundamentos para comprender y manejar la dinámica de los nutrimentos en el suelo y los procedimientos para corregir las carencias o excesos de los mismos. En este sentido constituye la base para las materias de Nutrición Vegetal y Productividad de Agrosistemas que se encuentran posteriores a esta. El curso se imparte con base en clases teóricas y prácticas, a razón de 4.5 y 4.0 horas por semana, en las que se incluyen las exposiciones de los temas por el profesor, así como diversos períodos de discusión y ejercicios prácticos relacionados con el diagnóstico de la fertilidad de terrenos agrícolas y recomendaciones para mejorar la fertilidad y nutrición de los cultivos, todo esto con la activa participación de los alumnos. Adicionalmente, los estudiantes deberán resolver ejercicios ilustrativos, dentro y fuera de las horas de clase. Para poder evaluar el curso será necesario de aplicar exámenes parciales para cubrir la parte de la teoría y en el caso de la práctica los alumnos deberán presentar en tiempo las diversas tareas que se tengan durante el curso y para los diferentes temas.



III. PRESENTACIÓN

Con el fin de contribuir al perfil de egreso del Ing. Agrónomo Especialista en Suelos, en el área de Fertilidad de Suelos, se incluye el curso de Fertilidad de Suelos dentro del plan de estudios del de dicho programa educativo. Este curso deriva del hecho de que el suelo es un recurso natural donde se lleva a cabo el proceso de producción agrícola. El suelo, además de servir de soporte y abastecedor de agua hacia las plantas, deberá proporcionar los nutrimentos necesarios para el desarrollo vegetal. Asimismo, las condiciones físicas y químicas del suelo deberán permitir: a) un crecimiento normal del sistema radical de los cultivos; b) un abastecimiento constante, suficiente y balanceado de los nutrimentos hacia las plantas y c) un abatimiento o neutralización de los compuestos o elementos tóxicos que puedan dañar los vegetales. Todo lo anterior es una condición necesaria para obtener grandes cosechas agrícolas.

IV. OBJETIVO GENERAL

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 aplicar los métodos, las técnicas y el uso de procedimientos para evaluar la fertilidad de los suelos así como mantener y elevar la productividad en el marco de una agricultura sustentable.

V. CONTENIDO

Unidad 1. Introducción a la Fertilidad de Suelos (4 h)

Objetivo

Describir la importancia del estudio de la Fertilidad de Suelos mediante su ubicación en el sistema Suelo-Planta-Ambiente para planear un incremento en la producción agrícola.

Contenido

1.1 Breve descripción de los objetivos y contenido del curso.

1.2 Definiciones de fertilidad del suelo y de nutrición vegetal. Interrelaciones. Su influencia en la producción de cosechas.

Unidad 2. Producción de Cosechas (8 h)

Objetivo

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

Contenido

2.1 Necesidad de producir alimentos en México

2.2 Factores que influyen en la producción de cosechas



- 2.2.1 Factor genotípico. Importancia e interacción con la fertilidad
- 2.2.2 Factor biótico. Importancia e interacción con la fertilidad.
- 2.2.3 Factor climático. Importancia e interacción con la fertilidad

Unidad 3. Elementos Nutritivos o Nutrimentos (7 h)

Objetivo

Discutir las necesidades que demandan las plantas en términos de elementos químicos, para corregir las deficiencias y que éstas puedan completar su ciclo de vida.

Contenido

3.1 Nutrimentos (3.0 horas)

- 3.1.1 Definición y criterios de esencialidad
- 3.1.2 Formas y cantidades absorbidas por las plantas
- 3.1.3 Clasificación con base en la cantidad absorbida

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

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

Unidad 4. Nitrógeno (13 h)

Objetivo

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

Contenido

4.1 Ciclo del N en la naturaleza. Descripción general

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

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

4.4 Procesos del N en el suelo.

4.4.1 El N en solución y su absorción por el cultivo.

4.4.2 Mineralización-Inmovilización. Definición e importancia relativa.

4.4.3 Nitrificación. Definición e importancia relativa.

4.4.4 Procesos de pérdida de N (Lixiviación, Desnitrificación, Volatilización) Definición e importancia relativa

4.4.5 Adsorción y fijación de amonio. Definición e importancia relativa.

4.5 Deficiencias y excesos de N y su corrección

4.5.1 Biofertilizantes. Los microorganismos y la fertilización de cultivos

4.5.2 Abonos orgánicos. Concentración de N e importancia relativa

4.5.3 Fertilizantes químicos

4.5.3.1 Producción. Materia prima y proceso Haber-Bosh

4.5.3.2 Tipos, concentración, índice de acidez, índice salino, reacción inicial.



4.5.3.3 Criterios para la selección y aplicación de los fertilizantes nitrogenados. (Disponibilidad en el mercado, costo, característica del fertilizante, característica del clima, característica del cultivo)

4.5.3.4 Eficiencia y destino del fertilizante nitrogenado y su impacto ambiental.

Unidad 5. Fósforo (8 h)

Objetivo

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

Contenido

5.1 Formas de P en el suelo. Orgánica e inorgánica y su proporción relativa

5.2 Procesos del P en el suelo

5.2.1 El P en solución y su absorción por el cultivo

5.2.2 Mineralización. Definición e importancia relativa

5.2.3 Adsorción y precipitación del P. Definición e importancia relativa.

5.3 Deficiencias y excesos de P y su corrección

5.3.1 Biofertilizantes. Los microorganismos y la fertilización de cultivos

5.3.2 Abonos orgánicos. Concentración de P e importancia relativa

5.3.3 Fertilizantes químicos.

5.4 Producción. Roca fosfórica en México

5.4.1 Tipos y criterios para su selección y manejo

5.4.2 Eficiencia de los fertilizantes fosfóricos y su impacto ambiental.

Unidad 6. Potasio, Calcio y Magnesio (10 h)

Objetivo

Puntualizar el comportamiento de los cationes (K, Ca, Mg) en el suelo y los procedimientos de valoración para proponer alternativas que permitan corregir deficiencias y excesos de esos nutrimentos.

Contenido

6.1 Formas de K, Ca y Mg en el suelo. Estructural, intercambiable, en solución.

Proporción relativa y su importancia.

6.2 Procesos del K, Ca y Mg en el suelo

6.2.1 El K, Ca y Mg en solución y su absorción por el cultivo

6.2.2 Abastecimiento de K, Ca y Mg a la solución del suelo

6.2.3 Intercambio catiónico y relaciones iónicas ideales.

6.3 Deficiencias y excesos de K, Ca y Mg y su corrección

6.3.1 Suelos ácidos y porcentaje de saturación de bases. Encalado y fertilización.

6.3.2 Suelos alcalinos y las relaciones catiónicas. Fertilización

6.3.3 Fertilizantes químicos

6.3.3.1 Su producción. Materia prima y proceso

6.3.3.2 Tipos y criterios para la selección y manejo

6.3.3.3 Eficiencia del fertilizante potásico y su impacto ambiental.



Unidad 7. Azufre (6 h)

Objetivo

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

Contenido

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

Unidad 8. Mezclas fertilizantes y fórmulas de Fertilización (9h)

Objetivo

Puntualizar la preparación y el uso de mezclas como fertilizantes y las fórmulas de fertilización para planear la fertilización de los cultivos.

Contenido

- 8.1 Mezclas fertilizantes comerciales en México
- 8.2 Preparación de fórmulas de fertilización y mezclas fertilizantes.

Unidad 9. Micronutrientos (7 h)

Objetivo

Describir las condiciones que conducen a las deficiencias de micronutrientos y los procedimientos para plantear acciones que permitan corregir dichos valores.

Contenido

- 9.1 Deficiencias de micronutrientos en México (Fe)
 - 9.1.1 Condiciones y causas edáficas
 - 9.1.2 Condiciones y causas de los cultivos
- 9.2 Procedimiento para corregir deficiencias
 - 9.2.1 Manejo del suelo
 - 9.2.2 Genotipos
 - 9.2.3 Uso y manejo de fertilizantes
 - 9.2.3.1 Aplicados al suelo. Fertilizantes químicos y órgano-minerales
 - 9.2.3.2 Aplicados al follaje

Unidad 10. Fertilización Foliar (7 h)

Objetivo

Comparar la fertilización foliar versus la fertilización edáfica, para relacionar los valores y 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.

Unidad 11. Abonos Orgánicos (8 h)

Objetivo

Detallar el comportamiento de los abonos orgánicos en el suelo y su influencia en la producción de cosechas, para plantear recomendaciones de abonaduras orgánicas.

Contenido

- 11.1 Los residuos orgánicos en México. Tipos, cantidades y riqueza nutrimental.
- 11.2 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
- 11.3 Manejo de abonos orgánicos. Uso fresco-crudo o maduro-procesado
- 11.4 Ventajas del uso de los abonos orgánicos
 - 11.4.1 En el suelo. Cambio en sus características y propiedades.
 - 11.4.2 Directamente en la planta. Uso de sustancias húmicas en la agricultura.

Unidad 12. Diagnóstico y mejoramiento de la Fertilidad del Suelo (12.5 h)

Objetivo

Manejar el análisis del suelo en la evaluación y mejoramiento de la fertilidad, para generar recomendaciones en la nutrición de los cultivos.

Contenido

- 12.1 Métodos de diagnóstico. Resumen de métodos.
- 12.2 Análisis físico y químico de suelos.
 - 12.2.1 Muestreo del suelo
 - 12.2.2 Interpretación
 - 12.2.3 Recomendación

VI. METODOLOGÍA

El curso se imparte con base en clases teóricas y prácticas, a razón de 4.5 y 4.0 horas por semana, en las que se incluyen las exposiciones de los temas por el profesor, así como diversos períodos de discusión y ejercicios prácticos relacionados con el diagnóstico de la fertilidad de terrenos agrícolas y recomendaciones para mejorar la fertilidad y nutrición de los cultivos, todo esto con la activa participación de los



alumnos. Adicionalmente, los estudiantes deberán resolver ejercicios ilustrativos, dentro y fuera de las horas de clase.

Y para la parte de las prácticas el programa académico es de la siguiente manera:

PRÁCTICAS DE FERTILIDAD DE SUELOS ESQUEMA Y JUSTIFICACIÓN

Objetivos	Estrategia	Actividades
General: Diagnosticar el estado actual de la fertilidad de un terreno agrícola, para resolver la problemática del mismo y la nutrición de los cultivos que se encuentren creciendo.	DIAGNÓSTICO DEL TERRENO · · ·	Responder la pregunta: ¿Qué le falta al terreno para producir altas cosechas?
Particulares: Obtener una muestra de suelo que represente la fertilidad promedio del terreno agrícola, para realizarle los análisis de laboratorio.	Procedimiento: ↓ MUESTREO DEL TERRENO ↓	1. Delinear los pasos para obtener una muestra de un terreno agrícola. Elaborar un tríptico que pueda ser utilizado por el agricultor. (Rodríguez y Burguete, 1987) 2. Obtener una muestra del terreno del Dpto. en el Ranchito o de los alumnos del 6º año.
Definir cuáles parámetros del suelo es necesario realizar análisis de laboratorio, para obtener información de la fertilidad de un terreno.	ANÁLISIS DE LABORATORIO ↓	3. Elaborar un cuadro que contenga los parámetros del suelo a solicitar al laboratorio y los métodos de análisis aprobados por la norma oficial mexicana. (NOM-021-RECNAT-2000).
Calificar cada uno de los parámetros del suelo obtenidos en el análisis de laboratorio, para determinar aquellos que son problemáticos.	INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS ANALÍTICOS ↓	4. Comparar los resultados del análisis de laboratorio con los estándares establecidos. (Castellanos et al., 2000).
Realizar las recomendaciones de mejoradores al suelo y de los nutrimentos a la planta para mejorar la fertilidad del suelo e incrementar la producción de cultivos.	RECOMENDACIONES	5. Con base en los requerimientos del cultivo y la oferta del suelo, definir cuánto mejorador requiere el suelo y la fórmula de fertilización para el cultivo. (Domínguez, 1997; www.fertilizer.org).

Nota. El propósito primordial de este planteamiento, es desarrollar esta estrategia para **resolver problemas reales que se presenten en los lugares de origen de los estudiantes**. Para lograr lo anterior se seleccionarán alumnos del 6º año que cuenten con terrenos y cultivos, para que realicen el muestreo de sus terrenos y, en el grupo académico



en pleno, llegar hasta las recomendaciones sobre mejoradores del terreno y las fórmulas de fertilización de los cultivos.

V. EVALUACIÓN

La parte teórica del curso se evaluará con pruebas escritas y trabajos extraclase bajo el siguiente orden:

No. Examen	TIPO Y CAPITULOS	% total
Examen I	Sumativa, objetiva y de ensayo (Capítulos 1, 2, 3, 4)	30
Examen II	Sumativa, objetiva y de ensayo (Capítulos 5, 6, 7, 8)	30
Examen III	Sumativa, objetiva y de ensayo (Capítulos 9, 10, 11, 121)	30
Problemas en clase o casa		10

VI. BIBLIOGRAFÍA

Alvarez R. 200. Fertilización de trigo y maíz. UACH. México.

Bacon, E. P. 1995. Nitrogen fertilization in the environment. Ed. Marcel Dekker. USA.

Brady, N. C. and Weil, R. R. 1999. The nature and properties of soils. Twelfth edition. Prentice Hall. New Jersey

Cadahia, L.C. 2008. La savia como índice de fertilización. Mundiprensa. España.

Cadahia, L.C. 2005. Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales. Ed. Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona.México.

California Fertilization Association. 1995. Manual de fertilizantes para horticultura. UTEHA. Noriega editores.

California Plant Health. 2004. Manual de fertilizantes para cultivos de alto rendimiento. DEA. USA.

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.

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.
- 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. 2005. Soil Fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management. 6th 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.
- Miller, W. R. and Donahue, L. R. 1990. An introduction to soils and plant growth. Prentice Hall. USA.
- Rodríguez N., F. 1986. Clorosis férrica: definición, causas, importancia y alternativas en México. Terra Vol. 4, No. 2. Ed. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.
- Rodríguez N., F. 1990. Abonos orgánicos: formación de sustancias húmicas, mineralización del nitrógeno. Dpto. de Suelos. UACH. México.
- Sánchez N. F. 2007. Fertilizantes. El alimento de nuestros alimentos. Trillas. México.
- Savvas D. 2002. Hydroponic production of vegetables and ornamentals. Embrio Pu. USA.