

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Sexto semestre

Nombre de la Asignatura:

Fertilidad y Manejo de Suelos

Adscrita al departamento de:

Ciencias Agrícolas

Nivel en el Plan de Estudios:

Licenciatura

Requisito de seriación:

Edafología

Área:

Profesional

Carácter de la asignatura:

Obligatoria

Tipo de la asignatura:

Teórica – Práctica

Modalidad:

Curso

Número de horas por semana: 6

Clave	HRS/SEM		Créditos
	TEO	PRAC	
	2	4	8

OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA

Identificar y entender el efecto que los diferentes nutrientes esenciales en las plantas provocan sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos, así como los factores y fenómenos que demeritan la calidad de los suelos y degradan la tierra. Al finalizar el curso, el estudiante contará con las bases generales para poder diagnosticar deficiencias y toxicidades nutrimentales, dosificar y aplicar adecuadamente fertilizantes orgánicos e inorgánicos y dar un uso y manejo racional a los suelos en sistemas agrícolas, pecuarios y forestales, evitando problemas de erosión en los mismos. Además, el estudiante adquirirá las bases generales para realizar evaluaciones agrícolas de suelos a través del uso de indicadores de sustentabilidad. Aprenderá a evaluar cualitativa y cuantitativamente la capacidad de uso de la tierra y a elaborar mapas de sustentabilidad en términos de las características de la misma.

No.	UNIDADES	HORAS
I	Introducción	4
II	El Suelo: Medio Nutritivo de las Plantas	6
III	Relaciones Agua-Planta	8
IV	Absorción, Asimilación y Translocación de Nutrientes en los Cultivos: Crecimiento y Rendimiento	15
V	Los Fertilizantes y la Fertilización	15
VI	Nitrógeno, Azufre y Fósforo	15
VII	Potasio, Calcio, Magnesio y Micronutrientes	15
VIII	Conservación, Degradación de Suelos y Evaluación Agrícola de Tierras: Diagnóstico, Mapeo y Modelos	18
	Total De Horas	96

UNIDAD I. INTRODUCCIÓN.

Número de horas para la unidad: 4

Objetivo de la unidad: Conocer los conceptos básicos de nutriente, esencialidad, fertilidad, suelo, tierra, así como las funciones básicas relacionados con el comportamiento de los nutrientes en el suelo y la planta, su movilidad y su función.

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: Generalidades

- Subtema a: Fertilidad de suelos. Fertilidad Actual y Potencial de los Suelos.
Métodos Experimentales y de Campo.
Los Conceptos de Suelo y Tierra
- Subtema b: Definiciones y clasificación de los nutrientes
Criterios de esencialidad de los nutrientes.
Funciones Generales de los Nutrientes.
Contenidos Minerales de las Plantas.
Movilidad de los elementos en la planta.

UNIDAD II. EL SUELO: MEDIO NUTRITIVO DE LAS PLANTAS.

Número de horas para la unidad: 6

Objetivo de la unidad: Presentar al estudiante un panorama general de las características y los procesos del suelo que contribuyen a la nutrición vegetal, entre ellos, el intercambio catiónico, el transporte de los nutrientes en el suelo y como este determina la disponibilidad nutrimental

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: El suelo: medio nutritivo de las plantas

- Subtema a: Propiedades fisicoquímicas. Generalidades.
Adsorción e intercambio de cationes. Ecuaciones de intercambio.
Adsorción de aniones. Adsorción de agua.
- Subtema b: Características relevantes del Suelo
Textura. Estructura. Disponibilidad de agua. Aireación. Acidez y pH. Salinidad.
- Subtema c: Disponibilidad nutrimental en el suelo. Generalidades.
Factores microbiológicos que afectan la absorción y asimilación Nutrimental. Intercepción e intercambio por contacto. Transporte de nutrientes en el suelo: Flujo másico y difusión. Solución del suelo. Los conceptos de Intensidad y cantidad.
- Subtema d: Determinación de la disponibilidad de nutrientes. Generalidades.
Muestreo de suelos e interpretación del análisis de suelos. Factores de intensidad y de cantidad. Análisis foliar, de plantas y de tejidos.

UNIDAD III. RELACIONES AGUA-PLANTA.

Número de horas para la unidad: 8

Objetivo de la unidad: Estudiar las relaciones hídricas existentes entre el suelo, la planta y la atmósfera, así como los mecanismos de absorción, tensión, adhesión, cohesión y transpiración que determinan el transporte interno del agua en la planta, así como el estrés hídrico causado por la sequía, la salinidad o la inundación de los campos.

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: Relaciones Agua-Planta

Subtema a: Procesos básicos. Generalidades. Potencial hídrico. Ósmosis. Adsorción e imbibición hídrica.

Subtema b: El balance hídrico. Generalidades. Absorción de agua por las raíces. Transpiración y movimiento de agua en el xilema. Estomas.

Subtema c: Transporte a distancia. Generalidades. Transporte en el xilema. Transporte en el floema. Redistribución hídrica y de solutos.

Subtema d: Estrés hídrico. Procesos y parámetros del estrés hídrico. Expansión y división celular. Pared celular y síntesis de Proteínas. Enzimas. Hormonas vegetales. Actividad Fotosintética. Desarrollo del estrés hídrico.

Subtema e: Salinidad. Efecto de las sales. Toxicidad de las sales. Tolerancia a las sales

UNIDAD IV. ABSORCIÓN, ASIMILACIÓN Y TRANSPORTE DE NUTRIENTES EN LOS CULTIVOS: CRECIMIENTO Y DESARROLLO.

Número de horas para la unidad: 15

Objetivo de la unidad: Analizar con el estudiante la fisiología y composición química vegetal pertinente de la pared celular y membranas celulares y los mecanismos de absorción de los nutrientes, incluyendo los sistemas de transporte activo y pasivo, como puertos y antipuertos, canales iónicos, acarreadores, etc. y la asimilación y transporte de estos dentro de la planta. Asimismo, se estudiará en concordancia directa con lo anterior, los efectos que estos procesos y mecanismos de entrada y regulación nutrimental tienen sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos, estudiado esto último desde el punto de vista bioquímico y sus consecuencias agronómicas.

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: Absorción, Asimilación y Translocación de nutrientes en la planta

Subtema a: Generalidades. Absorción y estatus iónico de la planta.

Disponibilidad nutrimental: Relación suelo-planta. Elementos Esenciales. Fuentes y formas químicas de los nutrientes.

Dinámica y absorción nutrimental.

Subtema b: Absorción y translocación de Iones. Membranas: Estructura y funciones. Transporte pasivo y activo. Plasmalema y tonoplasto: Sistemas de transporte. Absorción nutrimental por las raíces. Transporte intra- e inter-celular. Translocación nutrimental en xilema y floema. Permeabilidad de las membranas. Competencia, antagonismo y sinergismo de iones.

Tema 2: Nutrición de los Cultivos: crecimiento, desarrollo y rendimiento

Subtema a: Estados esenciales del crecimiento

Subtema b: Rendimiento y Relaciones producción-demanda

Subtema c: Fotosíntesis y procesos relacionados. Energía fotosintética y fotofosforilación. Fijación del CO₂ y reducción. Metabolismo C-3, C-4 y de las Crasuláceas. Fotorespiración

Subtema d: Metabolismo y utilización general de los nutrientes

Macro y Micronutrientes. Elementos benéficos y tóxicos.

Subtema e: Diagnóstico de deficiencia y toxicidad en la nutrición vegetal.

Síntomas Visuales. Análisis foliar vs análisis de suelos.

Experimentación en invernaderos e hidroponía.

UNIDAD V. LOS FERTILIZANTES Y LA FERTILIZACIÓN.

Número de horas para la unidad: 15

Objetivo de la unidad: Analizar las características físicas y químicas de los fertilizantes y su reacción en el suelo, así como los aspectos que determinan el uso y tipo de mezclas que se pueden elaborar. También se revisarán los factores del suelo, de la planta, del clima y del cultivo que determinan las dosis, tipos, formas, economía y características, en general, del proceso de fertilización. En este aspecto se revisarán las publicaciones periódicas científicas nacionales e internacionales que contribuyen a los estudios de fertilización. El alumno adquirirá un fuerte entrenamiento en cálculos de fertilización que refuercen los conceptos aprendidos.

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: Los fertilizantes y la fertilización.

Subtema a: Ciclo de los nutrientes. Generalidades. Nutrientes eliminados en cosecha. Precipitación pluvial y lixiviación de nutrientes. Inmovilización, volatilización y desnitrificación. Intemperismo y erosión. Procesos redox.

Subtema b: Fertilizantes minerales. Producción de fertilizantes inorgánicos. Formulaciones, mezclas y almacenaje. Técnicas de aplicación. Aplicación foliar. Relaciones y proporciones de nutrientes.

Subtema c: Fertilizantes orgánicos. Ciclo de la materia orgánica: origen y descomposición. Abonos orgánicos. Abonos verdes y

- composteo. Inóculos y ácidos orgánicos. Agricultura orgánica.
- Subtema d: La fertilización y los cultivos. Diagnóstico de la fertilidad del suelo: métodos de campo. Rendimiento y relaciones cuantitativas producción-demanda. El método sistémico racional. El método DRIS de fertilización. Economía de uso de los fertilizantes. Rotación de cultivos y agricultura de alto rendimiento. Fertirrigación.
- Subtema e: Aspectos del manejo de la fertilidad del suelo. La elección del fertilizante. Tiempo de fertilización. Técnicas de aplicación.

UNIDAD VI. NITRÓGENO, AZUFRE Y FÓSFORO.

Número de horas para la unidad: 15

Objetivo de la unidad: Describir los aspectos relacionados con la nutrición vegetal en términos de los elementos mayores nutrimentales N, S y P, sus ciclos naturales, su bioquímica y los factores de disponibilidad que determinan la cantidad y forma de fertilización, basados en las funciones en la planta y su reacción en el medio de nutrición. Deberán en cada curso ser revisadas las referencias actualizadas de los últimos cinco años con el fin de incorporar las tendencias últimas del conocimiento agronómico nacional e internacional en relación con la nutrición vegetal.

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: Nitrógeno

- Subtema a: Fuentes de Nitrógeno en el suelo
- Subtema b: Fijación biológica del Nitrógeno atmosférico
- Subtema c: Disponibilidad en el suelo
- Subtema d: Ciclo del Nitrógeno
- Subtema e: Nitrógeno inorgánico: Amonio vs Nitrato
- Subtema f: Nitrógeno orgánico.

Tema 2: Azufre

- Subtema a: Química del Azufre del suelo
- Subtema b: Fuentes y formas del Azufre en el suelo
- Subtema c: Acidificación del suelo
- Subtema d: Lluvia ácida
- Subtema e: Azufre en la planta: funciones y deficiencia
- Subtema f: Fertilización con Azufre.

Tema 3: Fósforo

- Subtema a: Química del fósforo en el suelo
- Subtema b: Contenido del fósforo en el suelo
- Subtema c: Fósforo en la planta y Fósforo orgánico
- Subtema d: Ciclo del Fósforo

Subtema e: Fijación del fósforo en el suelo
Subtema f: Fertilización con fósforo.

UNIDAD VII. POTASIO, CALCIO, MAGNESIO Y MICRONUTRIENTES.

Número de horas para la unidad: 15

Objetivo de la unidad: Estudiar en forma actualizada los avances científicos agronómicos y ambientales de los elementos catiónicos más importantes en la nutrición vegetal. El estudiante deberá reconocer al final de esta unidad las fuentes y formas minerales de los cationes K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} en el suelo y la planta, así como sus funciones y factores agronómicos que determinan su deficiencia, disponibilidad y toxicidad en los cultivos. Se estudiarán los microelementos nutritivos esenciales para las plantas, tocando también los puntos de fuentes y formas químicas, su disponibilidad, deficiencia y toxicidad, así como sus funciones en la nutrición vegetal. Se revisarán las referencias científicas generadas en los últimos cinco años en torno a estos temas.

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: Potasio

Subtema a: Fuentes y formas del Potasio en el suelo
Subtema b: Disponibilidad y fijación del Potasio
Subtema c: Potasio en la planta: funciones y deficiencia
Subtema d: Fertilización con Potasio.

Tema 2: Calcio

Subtema a: Química del Calcio en el suelo
Subtema b: Fuentes y formas del Calcio en el suelo
Subtema c: Disponibilidad del Calcio en el suelo
Subtema d: Calcio en las plantas: funciones y deficiencia.

Tema 3: Magnesio

Subtema a: Química del Magnesio en el suelo
Subtema b: Fuentes y formas del Magnesio en el suelo
Subtema c: Disponibilidad del Magnesio en el suelo
Subtema d: Magnesio en las plantas: funciones y deficiencia.

Tema 4: Microelementos nutritivos, benéficos y tóxicos

Subtema a: Hierro, Manganeso, Cobre, Zinc, Molibdeno, Boro y Cloro.
Fuentes y formas químicas en el suelo. Disponibilidad de los microelementos en el suelo. Reciclaje de microelementos por las plantas. Antagonismos y sinergismos. Mecanismos de absorción vegetal. Microelementos: funciones y deficiencias. Fertilización con microelementos
Subtema b: Elementos benéficos: Co, Na, Ni, Se, Si y V
Subtema c: Elementos tóxicos: Al, Cd, Cr, Hg, Pb.

UNIDAD VIII. CONSERVACIÓN, DEGRADACIÓN DE SUELOS Y EVALUACIÓN AGRÍCOLA DE TIERRAS: DIAGNÓSTICO, MAPEO Y MODELOS.

Número de horas para la unidad: 18

Objetivo de la unidad: Analizar las técnicas de conservación de suelos a fin de preservar los recursos naturales y hacer la agricultura más rentable al tiempo de proteger sustentablemente el ecosistema, a partir del entendimiento de los factores que provocan el deterioro del suelo. Asimismo, se introducirá al estudiante al concepto de tierra y a los modelos de simulación y cálculo de los sistemas de clasificación potencial de uso, utilización y producción potencial

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: Degradación y conservación de suelos

Subtema a: Erosión (a, b, c, d)

Subtema b: Intemperismo (a, b, c, d)

Subtema c: Desertificación: concepto e indicadores (a, b, c, d)

Subtema d: Sustentabilidad: concepto e indicadores (a, b, c, d)

Subtema e: Salinidad y sodicidad (a, b, c, d)

Subtema f: Acidificación y encalado (a, b, c, d)

Subtema g: Alcalinización y mejoradores químicos (a, b, c, d)

Origen, tipo, y técnicas y prácticas aplicables. Prácticas

Mecánicas. Prácticas culturales. Prácticas agronómicas.

Tema 2: Evaluación agrícola de tierras: diagnóstico, mapeo y modelos

Subtema a: Introducción a la evaluación de tierras. Características y cualidades de la tierra. Uso, utilización y atributos de la tierra. Capacidad y potencial de uso de la tierra. Procedimientos para la evaluación de tierras. Degradación de suelos y deterioro de la tierra. Erosión eólica e hídrica

Subtema b: Cuantificación de una cualidad de la tierra. La disponibilidad de agua para los cultivos. Teoría: Relaciones Funcionales

Subtema c: Análisis regionales. Unidades de uso de la tierra. Tipos de utilización de la tierra. Requerimientos mínimos de uso de la tierra. Unidades de mapeo y el uso adecuado de la tierra

Subtema d: Producción potencial I. Producción vegetal teórica: Relaciones funcionales. El Cálculo y la estimación de la producción vegetal óptima

Subtema e: Producción potencial II. Almacenamiento y flujo de agua en el Suelo. El Balance hídrico: Relaciones funcionales. Cálculos y estimaciones de la producción vegetal

Subtema f: Producción potencial III. Absorción de nutrientes y fertilización. Cálculos y estimaciones de producción vegetal.

PROGRAMA DE PRÁCTICAS

Práctica 1. Métodos de muestreo de suelos con fines de fertilidad.

Práctica 2. Evaluación cuantitativa del rendimiento en cultivos hortícolas y gramíneos en respuesta a la aplicación de fertilizantes.

Práctica 3. Diagnóstico de la deficiencia y toxicidad nutrimental.

Práctica 4. Diagnóstico y evaluación de los requerimientos de fertilización de suelos.

Práctica 5. Acidificación de suelos y determinación de la necesidad de Cal de un suelo.

Práctica 6. Métodos estadísticos para la evaluación de la relación fertilización-rendimiento.

Práctica 7. Efecto del abonado de los suelos en el rendimiento agrícola de los cultivos.

Práctica 8. Evaluación cuantitativa potencial de crecimiento y desarrollo de los cultivos: Modelos.

Práctica 9. Mapas de sustentabilidad y de clasificación potencial de la tierra.

Práctica 10. Modelos de producción potencial.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Exposición del profesor, exposiciones de los estudiantes, trabajo en grupos, aprovechamiento de los medios audiovisuales.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA

ELEMENTOS DE EVALUACIÓN

EXPOSICIÓN ORAL	(X)	EXÁMENES PARCIALES	(X)
EXPOSICIÓN AUDIOVISUAL	(X)	EXÁMENES FINALES	(X)
SEMINARIOS	(X)	TRABAJOS Y TAREAS	(X)
LECTURAS OBLIGATORIAS	(X)	PARTICIPACIÓN EN CLASE	(X)
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	(X)	ASISTENCIA A CLASE	(X)
PRÁCTICAS DE CAMPO	(X)	PROYECTO, INFORME.	(X)

NORMAS DE EVALUACIÓN

Las que establecen los lineamientos institucionales al respecto, además se requiere la realización de un trabajo de investigación práctico que se desarrollará durante el transcurso del semestre. La parte teórica del curso tendrá un valor del 70% de la calificación final y el valor de la evaluación práctica tendrá un valor del 30%, siendo indispensable obtener calificación aprobatoria en ambas.

PERFIL PROFESIOGRÁFICO DEL DOCENTE

Ingeniero Agrícola, Agrónomo ó Químico, con amplia experiencia en nutrición vegetal, suelos, fertilidad de suelos, manejo y conservación de suelos y evaluación de tierras.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. Marschner, H. 1998. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. London, U.K.
2. Mortvedt, J. J.; F.R. Cox, L.M. Shuman & R.M. Welch. 1991. Micronutrients in Agriculture. SSSA. Series: 4. Madison, Wisconsin, U.S.A
3. Potash and Phosphate Institute. 1997. Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. Querétaro, México.
4. Tisdale, S. M., W. L. Nelson & J.D. Beaton. 1985. Soil Fertility and Fertilizers. 4ª Edic. Edit. Collier-McMillan. New York, U.S.A.
5. Tisdale, S. L. 1990. Soil fertility and fertilizers. Edit. Maxwell. USA.
6. Van Keulen, H. & J. Wolf: Eds. 1986. Modeling of Agricultural Production: Weather, Soils and Crops. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. Aguirre, G. A. 1993. Química de los Suelos Salinos y Sódicos. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM. México.
2. Aguirre, G. A. 2001. Química de los Suelos Ácidos, Templados y Tropicales. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM. México.
3. Ahn, P. 1992. Tropical soils and fertilizer use. Halsted Press. USA.
4. Alexander, A. 1986. Foliar fertilization. Kluwer Academic Publisher. USA.
5. Fageria, N.K. and CH. A. Jones. 1991. Growth and mineral nutrition of field crops. Edit. Dekker Marcel, Inc. USA.
6. Eby and Tatum. 1989. Chemistry of soil and fertilizer. Edit. Flinn Scientific, Inc. USA.
7. FAO. 1980. Los fertilizantes y su empleo. FAO. Rome, Italy.
8. FAO. 1984. Protect and produce. Soil conservation for development. Rome, Italy.
9. Foster, A. B. 1981. Métodos aprobados en conservación de suelos. Edit. Trillas. México.
10. Flowers, T.J. & Yeo, A. R. 1992. Solute Transport in Plants. Edit. Blackie Academic & Professional. London, UK.
11. Glass, A. D. M. 1989. Plant Nutrition. An Introduction to Current Concepts. Jones & Bartlett Publ., Boston, MA, USA.
12. INEGI-SEMARNAP. 2000. Indicadores de Desarrollo Sustentable en México. México.
13. Josef and Tucker, B. 1982. Fertilization of dryland and irrigated soils. Edit. Springer-Verlag. New York, USA.
14. King J. 1991. The genetic basis of plant physiological processes. Edit. Oxford University Press. Inc. USA.
15. Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Edit. Academic Press. London, UK.
16. Mengel, K. & E. A. Kirkby. 1982. Principles of Plant Nutrition. 3ª Edic. Edit. Potash Institute. Bern, Switzerland.
17. Mortvedt, J. J.; P. M. Giordano, & W.L. Lindsay. 1972. Micronutrients in Agriculture. Edit. SSSA, Madison Wisconsin, USA.
18. McBride, M. B. 1994. Environmental Chemistry of Soils. Oxford University Press. New York, USA.
19. Nobel, P. S. 1991. Physicochemical and Environmental Plant Physiology. Academic Press, Inc. San Diego, Cal., USA.

20. Parnes, R. 1990. Fertility soil: A grower's guide to organic and inorganic fertilizers. Agricultural Access Corporation. USA.
21. SEMARNAP. 2000. Manual para la Conservación de Suelos. SEMARNAP. México.
22. Westerman, R. L. (Ed.). 1990. Soil Testing and Plant Analysis. 3ª Edic. SSSA. Madison, Wisconsin, USA.
23. Personal de Laboratorio de Salinidad de los EUA 1984. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Edit. Limusa. México.
24. Revistas y Journals científicos de consulta complementaria y de actualización.
25. Revistas Nacionales:
 - a) Terra
 - b) Agrociencia
 - c) Revista Chapingo Serie Horticultura
 - d) [Revista Fitotecnia Mexicana](#)
26. Revistas Internacionales:
 - a) Agronomy Journal
 - b) Annals of Botany
 - c) Current Opinion in Plant Biology
 - d) Environmental and Experimental Botany
 - e) Planta
 - f) Plant Science
 - g) Plant and Soil
 - h) J. of Agricultural Research
 - i) J. of Plant Nutrition
 - j) J. of Plant Physiology
 - k) Trends in Plant Science
 - l) Scientia Horticulturae
 - m) Remote Sensing and Environment