

## **11. PROGRAMA DETALLADO DE LOS CURSOS**



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Programa de Estudios

**TÍTULO DEL CURSO:** MATERIA ORGÁNICA EDÁFICA: RESERVAS Y PROCESOS

**PROFESOR TITULAR:** DR. GERARDO SERGIO BENEDICTO VALDÉS

**CLAVE DE PROFESOR** X01302

**CORREO ELECTRÓNICO:** [bsergio@colpos.mx](mailto:bsergio@colpos.mx)

**TELÉFONO:** 5959520200 Ext 1204    **EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO** Edafología-3-308

**CLAVE DEL CURSO:** EDA603

**PRE-REQUISITOS:**

**TIPO DE CURSO:**

- Teórico
- Práctico
- Teórico-Práctico

**PERIODO:**

- Primavera
- Verano
- Otoño

**SE IMPARTE A :**

- Maestría en Ciencias
- Doctorado en Ciencias
- Maestría Tecnológica

**MODALIDAD:**

- Presencial
- No presencial
- Mixto

**CRÉDITOS:** 3

**HORAS**

**TEORÍA:**

Presenciales 40  
Extra clase 100

**HORAS PRÁCTICA: 60**

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

Comprender las interacciones de las diversas fuentes de la reserva orgánica del suelo con los componentes minerales y su relación con la biomasa producida. Se plantea el estudio de las interacciones de las partículas del suelo con los productos de descomposición en la promoción del estado tanto de micro como macrogregados y su influencia en la redistribución del carbono orgánico en el suelo.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
12	<b>I.MATERIA ORGÁNICA, COMPONENTE DINÁMICO.</b>	Conocer los conceptos básicos en el estudio de la materia orgánica y su repercusión en la formación del suelo.
	1.1. Conceptos: residuos orgánicos, materia orgánica, carbono orgánico. 1.2. Factores de formación del suelo y la fracción orgánica. 1.3. Periodo de crecimiento. 1.4. Distribución de la materia orgánica por orden de suelo. 1.5. Fuentes y formas de la materia orgánica edáfica.	
8	<b>II. FASES DEL SUELO Y FRACCIÓN ORGÁNICA.</b>	Reconocer la interacción de la fracción orgánica con las diversas fases de la matriz del suelo.
	2.1. Relaciones básicas entre fase sólida, fase líquida, fase gaseosa y fracción orgánica. 2.2. Tamaño y distribución de la fracción mineral. 2.3. Color. 2.4. Retención de humedad (Capacidad de Campo, Punto de Marchitez Permanente y Humedad Aprovechable). 2.5. Densidad aparente $g/cm^3$ , $kg/m^3$ o $Mg/m^3$ .	
8	<b>III. AGREGACIÓN DEL SUELO.</b>	Revisar los conceptos relacionados con la agregación del suelo, en función del aporte y redistribución de la fracción orgánica.
	2.1. Estructura del suelo: conceptos, morfología y características. 2.2. Jerarquía de los agregados. 2.3. Macro, meso y micro agregados. 2.4. Espacio poroso. 2.5. Estabilización y degradación de la estructura.	

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
12	<b>IV. MATERIA ORGÁNICA Y CICLO DEL CARBONO.</b>	
	3.1. Ecosistemas: origen y componentes de la materia orgánica.	Mostrar la relación entre fuentes y reservas de la materia orgánica con el ciclo del carbono de acuerdo con los diversos ecosistemas y los aspectos prácticos de manejo del suelo.
	3.2. Conversión convencional: materia orgánica/carbono orgánico/dióxido de carbono.	
	3.3. Relación carbono: nitrógeno.	
	3.4. Captura, retención y reservorios de carbono.	
	3.5. Mineralización de la fracción orgánica.	
8	<b>V. CUANTIFICACIÓN DE LA FRACCIÓN ORGÁNICA.</b>	
	5.1. Muestreo y fraccionamiento físico.	Conocer los métodos más comunes para cuantificar la fracción orgánica y su uso en muestras elegidas de interés para el estudiante.
	5.2. Pérdida por ignición.	
	5.3. Método Walkley y Black (combustión húmeda).	
	5.4. Espectroscopía y TOC.	
	5.5. Liberación de CO <sub>2</sub> .	
8	<b>VI. SUSTANCIAS HÚMICAS Y NO HÚMICAS.</b>	
	4.1. Caracterización de los ácidos húmicos, fulvicos y huminas.	Dar a conocer los conceptos básicos de la fracción orgánica en cuanto a su naturaleza coloidal.
	4.2. Tipos de humus: Mor, Moder, Mull	
	4.3. Coeficiente isohúmico.	
	4.4. Complejo órgano-mineral	
	4.5. Proporción E4/E6.	
	4.6. Carbohidratos.	
	4.8. Lípidos.	
	4.9. Hemicelulosa, celulosa y lignina.	

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
-----------------	------------------	------------------------

14	<p><b>VII. FRACCIÓN ORGÁNICA Y DEGRADACIÓN DEL SUELO.</b></p> <p>7.1. Distribución del carbono en México.</p> <p>7.2. El Protocolo de Kyoto y la fracción orgánica edáfica.</p> <p>7.3. Procesos de degradación del suelo.</p> <p>7.4. Prácticas de recuperación de la fracción orgánica.</p> <p>7.5. Generalidades sobre modelos de captura de carbono.</p> <p>7.6. Fracción orgánica, indicador de calidad del suelo.</p>	<p>Conocer la importancia del aporte de la fracción y de las prácticas de manejo adecuadas que permiten revertir el proceso de degradación del suelo a nivel global y nacional.</p>
----	---	---

### RECURSOS DIDÁCTICOS

La impartición de clase ante el grupo se realiza empleando presentaciones en power point, versiones electrónicas de artículos científicos en PDF, así como notas y sitios web.

### EVALUACIÓN

Procedimiento de evaluación: Semanalmente se aplicará un breve examen para revisión de conocimientos adquiridos. Los exámenes cubrirán los siguientes temas:

- Examen 1 Tema I y II. (Valor 10%)
- Examen 2 Tema III, IV y V (Valor 10%)
- Examen 3 Temas VI y VII (Valor 10%)

Reporte práctico: Se evaluará en función a la entrega de los reportes de práctica (valor en la evaluación 60 %).

Las lecturas y participación en clase equivalen al 10 % de la evaluación.

### BIBLIOGRAFÍA:

*Allison, F. E.* 1973. Soil organic matter and its role in crop production. *Developments in soil science* 3. Elsevier. p. 637.

*Andersson, S., Nilsson, S. I. and Saetre, P.* 2000. Leaching of dissolved organic carbon (DOC) and dissolved organic nitrogen (DON) in mor humus as affected by temperature and pH. *Soil Biology & Biochemistry*, 32(1): 1-10.

*Bayer, C. Mielniczuk, J, Martin-Nieto, L., and Ernani, P. R.* 2002. Stocks and humification of organic matter fractions as affected by tillage on a subtropical soil. *Plant and Soil*,. 238(1): 133-140.

*Bisdon, E. B. A., Dekker, I. W. and Schoute, J. F. T.* 1993. Water repellency of sieve fractions from sandy soil and relationships with organic materials and soil structure. *Geoderma*, 56, 105-118.

*Blair, G.J., Lefroy, R.D.B. and Lisle, L.* 1995. Relationships between  $\text{KMnO}_4$  oxidizable C and soil aggregate stability and the derivation of a carbon management index. *Aust. J. Agric. Res.* 46(7)

*Blair, G. J., Lefroy, R. D. B., and Lisle, L.* (1995). Soil carbon fractions, based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. *Australian Journal of Agricultural Research* 46, 1459-66.

*Cadish, G. and Giller, K. E.* 1997. *Driven by nature: Plant litter quality and decomposition.* CAB International. p. 409.

*Cambardella, C. A. and Elliot, E. T.* 1993. Methods for physical separation and characterization of soil organic matter fractions. *Geoderma*, 56, 449-457.

*Chenu, C.* 1993. Clay or sand polysaccharide associations as models for the interface between micro-organisms and soil: water related properties and microstructure. *Geoderma*, 56,143-156.

*Davies, G. and Ghabbour, E. A.* 1999. *Humic sbstances: Structures, properties and uses.* Springer Chemistry. (Special publication No. 228). p. 272.

*Doran, J. W. Coleman, D. C. Bezdioeck, D.F. and Stewart B. A.* (ed.) 1994. *Defining soil quality for a sustainable environment.* 244 pp. SSSA. Spec. Pub. No. 25. Soil Soc Am. Soc. Madison, WI.

*Ghabbour, E. A. and Davies, G.* 2000. *Humic substances: Versatile components of plants of soil and water.* Royal Society of Chemistry. UK. p. 342.

*Kononova, M. M.* 1966. *Soil organic matter.* Pergamon Press. Elmsford. New York.

*Labrador, M. J.* 1996. *La materia orgánica en los agrosistemas.* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Mundi Prensa. España. p. 174.

*Ladd, J. N., Foster, R. C. and Skjemstad, J. O.* 1993. Soil structure: carbon and nitrogen metabolism. *Geoderma*, 56, 401-434.

*Lal, R.* 1999. *Soil and soil erosion.* Soil and Water Conservation Society. CRC. Press. p. 329.

*MacCarthy, P. and O'Meide, S.*1974. Fulvic acid: I. Partial fractionation. *Journal of Soil Science*, 25,420-428 (1978).

*MacCarthy, P. and Suffe1, I. H.* 1988. Comments on the literature of the humin fraction of humus, *Geoderma*, 43, 65-73.

*Martens, D. A.* 2000. Plant residue biochemistry regulates soil carbon cycling and carbon sequestration. *Soil Biology & Biochemistry*, 32 (3): 361-369.

*Nelson, D. W. and Sommer, L. E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. P. 539-579. In: A. L. Page (ed.). Methods of soil analysis. 2<sup>nd</sup> ed. ASA Monogr. 9(2). Amer. Soc. Agron. Madison. WI.*

*Oades, J. M. 1984. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. Plant and Soil, 117, 319-337.*

*Oades, J. M. and Waters, A. G. 1991. Aggregate hierarchy in soils. Aust. J. Soil Res., 29, 815-828.*

*Oades, J. M. 1993. The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. Geoderma, 56, 377-400.*

*Smith, P., Powlson, D. S., Smith, J. U. and Elliot, E. T. 1997. Evaluation and comparison of soil organic matter models. Geoderma, 81 (1-2).*

*Schnitzer, M. 1992. Soil organic matter- The next 75 years. Soil Sci. 151:41-48.*

*Sposito, G. and Reginato, R. J. 1992. Opportunities in basic soil science research. Soil Science Society of America, Inc. Madison, USA. pp. 109.*

*Tate, L. R. 1987. Soil organic matter: Biological and ecological effects. John Wiley & Sons. New York. p. 289.*

*Tiessen, H., Stewart, J. W. B. and Hunt, H. W. 1984. Concepts of soil organic matter transformations in relation to organo-mineral particle size fractions. Plant and Soil, 76, 287-295.*

*U. S. Department of Energy. 1999. Carbon sequestration: State of the Science. A working paper for roadmapping future carbon sequestration R&D.*

*Wallace, A., Wallace, A. G. and Cha, J. W. 1990. Soil organic matter and the global carbon cycle. J. Plant Nutrition: 13: 459-466.*

## **PRÁCTICAS:**

En función de la naturaleza de los proyectos de investigación de los estudiantes, se contempla la realización de las siguientes prácticas:

1. Densidad aparente.
2. Estabilidad y distribución de agregados.
3. Estimación del contenido de materia orgánica.
4. Fraccionamiento de materia orgánica por tamaño de partículas.
5. Dinámica de mineralización del Carbono (CO<sub>2</sub>).
6. Evolución del CO<sub>2</sub>
7. Cuantificación de la relación E4/E6.

## REFERENCIAS:

*Ayuso, G. L. M.* 1995. Utilización de residuos orgánicos como enmiendas orgánicas sólidas y líquidas: valoración agronómica y efectividad frente a enmiendas tradicionales. Tesis Doctoral. CEBAS-CSIC. España.

*DeLuca, T. H. and Keeney, D. R.* 1994. Soluble carbon and nitrogen pools or prairie and cultivated soils: seasonal variation.. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58: 835-840.

*Franzluebbers, A. J. and Stuedemann.* 2002. Particulate and non-particulate fractions of soil organic carbon under pastures in the Sotuthern Piedmont USA. *Environmental Pollution.* 116, 53-62.

*Graeme, J. B., Blair, N, Lefroy, R. D. B., Conteh, A. and Daniel, H.* 1997. Relationships between KMnO<sub>4</sub> oxidizable C and soil aggregate stability and the derivation of a Carbon management index. In. *The role of humic substances in the ecosystems and in the environmental protection*, J. Drozd,, S. S., Gonet, N, Senesi and J. Weber (Eds). IHSS. Polish Society of Humic Substances. Poland.

*Hayes, T. M., Clapp, C. E., Du Bois, M. N., Hayes, M. H., and Dowdy, R. H.* 1994. Characterization of humic acids isolated from and agricultural soil. In. "Humic substances in the global environment and implications on human health". N Senesi and T. M. Miano (ed.) Elsevier Applied Sci. Amsterdam. P. 299-304.

*Kononova, M. M.* 1966. Soil organic matter. Pergamon Press. Elmsford. New York.

*Lal, R., Kimble, J. M., and Follet, R. F.* 1998. Assessment methods for soil C pools: An international workshop. Ohio State University. USDA-ARS. P. 1-16.

*Okalebo, R., Gathua, K. W. and Woomer, P. L.* 1993. Laboratory methods of soil and plant analysis: a working manual. Tropical Soil Biology and fertility Program. UNESCO. p. 63-69.

*Parton, D. Whitehead, Zimmermann, M.* 2013. The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 164 (2013) 80-99.

*Piccolo, A.* 1988. Characteristics of soil humic extracts obtained by some organic and inorganic solvent and purified by HCl-HF treatment. *Soil Sci.* 146: 419-426.

*Pribyl, D.W.* 2010. A critical review of the conventional SOC to SOM conversion factor. *Geoderma* 156, 75–83.

*Stevenson, F. J.* 1982. Humus chemistry: Genesis, composition, reactions. Willey Interscience Publication. New York.

*Stockmann, U., A. Adams, M.A., Crawford, J. W., D. J. Field, N. Henakaarchchi, M. Jenkins, B. Minasny, A. B. McBratney, V. de R. Courcelles, K. Singh, I. Wheeler, L. Abbott, D. A. Angers, J. Baldock, M. Bird, P. C. Brookes, C. Chenu, J. D. Jastrow, R. Lal, J. Lehmann, A. G. O'Donnell, W.J.*



**TÍTULO DEL CURSO:** MICROMORFOLOGÍA DE SUELOS

**PROFESOR TITULAR:** MA DEL CARMEN GUTIERREZ CASTORENA

**CLAVE DE PROFESOR:** X00493

**COLABORADOR (ES):** \_\_\_\_\_  
(ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR)

**CORREO ELECTRÓNICO:** castor@colpos.mx

**TELÉFONO:** 5959511474 EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO EDAFOLOGÍA/1/227

**CLAVE DEL CURSO:** EDA604 PRE-REQUISITOS: Edafología General

**TIPO DE CURSO:**

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-Práctico

**PERIODO:**

- Primavera  
 Verano  
 Otoño

**SE IMPARTE A :**

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

**MODALIDAD:**

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

**CRÉDITOS:** 3

**HORAS TEORÍA:** 48

**Presenciales** 48

**Extra clase** 48

**Total** 192

**HORAS PRÁCTICA:**

**LABORATORIO** 96

**CAMPO** \_\_\_\_\_

**INVERNADERO** \_\_\_\_\_

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

**OBJETIVOS DE LOS TEMAS**

1. Introducir a los estudiantes al conocimiento de los micro-constituyentes del suelo a través del uso de secciones delgadas de suelos.
2. Proporcionar a los estudiantes un sistema morfológico simple de descripción e interpretación del suelo a escala microscópica.
3. Ayudar a los estudiantes a interpretar los rasgos micromorfológicos para determinar los principales procesos de formación del suelo (ej. Iluviación, intemperismo), manejo del suelo (labranza de conservación vs labranza tradicional; riego, aplicaciones de mejoradores orgánicos), ecológicos (rasgos relacionados con el clima, vegetación).

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS
-----------------	------------------

4	1.Criterios Generales para la descripción
4	2.Diferentes técnicas en la elaboración de secciones delgadas
6	3.Microestructura y porosidad del suelo
6	4.Minerales del suelo
4	5.Materia orgánica del suelo
2	6.Masa Basal del suelo
8	7. Pedorrasgos (acumulación de diferentes tamaños de partículas; sales, materiales amorfos orgánicos e inorgánicos, y de pérdida de componentes; además, de los que se forman como resultado de la actividad biológica.
4	8. Micromorfometría
16	9. Aplicaciones de la Micromorfología (Génesis, Clasificación, Física, Química, Contaminación, Fertilidad y manejo del suelo; asimismo ecología, antropología, geología
TOTAL 64	

## CONTENIDO

### 1. Introducción

La micromorfología dentro de la Ciencia del Suelo  
Historia de la Micromorfología

### 2. El enfoque para la descripción de las secciones delgadas de suelos

Propósitos de la descripción  
Relaciones entre las diferentes escalas de observación (macro, micro y ultramicroscópicas)  
Heterogeneidad y homogeneidad del suelo  
Muestreo  
    Tamaño de la sección delgada  
    Calidad de la sección delgada  
    Descripción versus interpretación  
    Terminología  
    Cuantificación y métodos analíticos  
    Almacenamiento de datos

### 3. Conceptos Básicos

Fábrica o micro-constituyentes del suelo  
Estructura y porosidad  
Material grueso/fino  
Componentes básicos (orgánicos e inorgánicos)  
Masa Basal (matriz de suelo) y micromasa  
Pedorrasgos

### 4. Criterios para una descripción general de los microcomponentes del suelo

Tamaño  
Espesor  
Color  
Forma  
Superficies rugosas y lisas  
Redondez  
Esfericidad  
Límites  
Patrones de orientación y distribución

### 5. Microestructura y porosidad del suelo

- 5.1. Microestructura
  - Agregados permanentes
  - Terrones y fragmentos
  - Grado de agregación
  - Tamaño de los agregados
  - Superficie rugoso y acomodamiento de los agregados
  - Interpretación
- 5.2. Porosidad
  - Tipos de poros
  - Forma y tamaño de los poros

## **6. Minerales del suelo**

Descripción de la fracción gruesa

Minerales primarios

Minerales secundarios

### 6.2. Mineralogía óptica

#### 6.2.1. Con luz polarizada plana

- Transparencia y opacidad
- Color y pleocroismo
- Hábito
- Tamaño
- Clavije
- Índice de refracción

#### 6.2.2. Con luz polarizada cruzada

- Isotropismo y anisotropismo
- Colores de interferencia
- Extinción
- Elongación
- Maclas

#### 6.2.3. Luz convergente

- Número axial
- Signo

#### 6.2.4. Otras técnicas

### 6.3. Rocas

Diferentes tipos de rocas y su relación con determinados tipos de materiales

6.4. Proceso de intemperismo de las rocas y de los minerales primarios

6.5. Descripción de los minerales secundarios (arcillas, óxidos de Fe)

6.5.1. Naturaleza y color

6.5.2. Ocurrencia en los suelos

## **7. Materia orgánica**

7.1. Morfología general de la materia orgánica del suelo

7.2. Clasificación y descripción de la materia orgánica

- Residuos vegetales
- Residuos de tejidos
- Materiales amorfos orgánicos
- Pigmentos orgánicos
- Ocurrencia y arreglo de la materia orgánica en los diferentes tipos de suelos

## **8. Masa Basal**

Composición de la masa basal

- Fábrica del material fino
- Fábrica del material grueso

Fábrica birrefringente

- Indiferenciada
- Cristalítica

Moteada

Estriada

## **9. Pedorrasgos**

Generalidades

Tipos de pedorrasgos

Pedorrasgos relacionados con poros, agregados y minerales

Rellenos, nódulos e intercalaciones

### 9.2. Pedorrasgos texturales

Textura y composición mineralógica

Morfología externa y tamaño

De arcilla límpida, arcilla laminada, limo y arenas

### 9.3. Pedorrasgos de empobrecimiento

Zonas de empobrecimiento de carbonatos, fierro y manganeso

### 9.4. Pedorrasgos Cristalinos

Arcilla neoformada

Calcíticos

Gypsíticos

Yesíferos

### 9.5. Pedorrasgos Amorfos

Descripción

Rasgos ferruginosos y manganíferos

Rasgos amorfos orgánicos

### 9.6. Pedorrasgos de Fábrica o de micro constituyente

Descripción

Generados por fauna del suelo (actividad biológica)

Por presión y contracción de materiales arcillosos

### 9.7. Pedorrasgos de excrementos

Descripción

## **10. Interpretación de los principales rasgos del suelo**

### 10.1. Procesos de formación del suelo

Argiluvación

Carbonatación

Malanización

Podzolización

Hidrólisis

Expansión contracción

### 10.2. Manejo del suelo

Labranza de conservación (formación de microagregados, poros, distribución de la materia orgánica)

En suelos arenosos

En suelos arcillosos

### 10.3. Salinización y desalinización

### 10.4. Contaminación de suelos con hidrocarburos

## **PRACTICAS**

### **1. Familiarización de los diferentes microconstituyentes del suelo**

Objetivos:

- El estudiante determinará los diferentes elementos de fábrica en secciones delgadas de Vertisoles, Molisoles, Entisoles, Alfisoles, Andosoles e Inceptisoles
- Identificará en el microscopio petrográfico a la parte sólida (estructura, minerales, materia orgánica y el espacio poroso)

## 2. Criterios de descripción general

Objetivo: El estudiante aprenderá a cuantificar cualitativa y cuantitativamente los diferentes microcomponentes del suelo a través de esquemas y análisis de imágenes

Tamaño

Espesor

Frecuencia

Color

Forma

Superficies rugosa (en agregados esferoidales y acumulaciones de sales)

Límites (impregnación de óxidos de Fe y Mn, carbonato de calcio, sales)

Patrones de orientación (en arcillas silicatadas)

Patrones de distribución (sedimentación, excremento, poros de origen biológico)

## 3. Microestructura

Objetivo: El estudiante identificará las diferentes microestructuras del suelo en:

Vertisoles (bloque angular y subangular y prismática)

Molisoles (agregados migajosos y granulares)

Entisoles (estructura laminar)

Alfisoles (bloques angulares, subangulares y prismática)

Andosoles (migajosa y granular, microagregados entregranos, agregados con películas)

Inceptisoles (bloques y laminar)

## 4. Porosidad del suelo

Objetivo: El estudiante identificará microscópicamente a los diferentes tipos de poros del suelo, en

Vertisoles (fisuras y grado de acomodamiento)

Molisoles (poros de empaquetamiento compuestos, canales y cámaras)

Entisoles (poros de empaquetamiento simple)

Alfisoles (fisuras y poros de empaquetamiento compuesto, cavidades)

Andosoles (poros de empaquetamiento compuesto, canales y cámaras)

Inceptisoles (cavidades)

Costras (poros vesícula)

## 5. Aplicaciones de la micromorfología en el manejo del suelo

Objetivo: El estudiante interpretará el desarrollo estructural y de poros en dos sistemas de labranza (conservación y tradicional) en suelos arcillosos y arenosos)

Entisoles. Textura arenosa. Identificar y cuantificar los agregados esferoidales que se forman en el mejoramiento de este suelo.

Vertisoles. Textura arcillosa. Identificar como la actividad biológica disminuye el factor físico de expansión y contracción y promueve la generación de estructuras esferoidales (transformación de la estructura de bloques angulares a bloques subangulares y en el mejor de los casos a migajosa).

## 6. Minerales del suelo

Objetivo: El estudiante aprenderá a identificar en el microscopio petrográfico los diferentes minerales del suelo, así como su alteración y formación de minerales secundarios.

Cuarzo, feldspatos (plagioclasas y potásicos), micas (biotita y moscovita), ferromagnesianos (olivinas, piroxenas y anfíbolos).

## 7. Materia Orgánica

Objetivo: El estudiante identificará los diferentes grados de alteración de la materia orgánica en el suelo y como interactúa en la formación de agregados.

Histosoles  
Andosoles  
Mollisoles

### **8. Masa basal**

Objetivo: El estudiante describirá la fracción fina del suelo (orientación, distribución y colores de interferencia)

Andosoles (material fino amorfo; fabrica-birrefringente indiferenciada)  
Calcisol y Gypsisol (cristales de calcio o yeso; Fabrica-b cristalítica)  
Vertisol (material arcillosos silicatado 2:1, superficies de deslizamiento; fábricas estriadas)  
Ultisol (material arcilloso silicatado 1:1)  
Alfisol (óxidos de hierro)

### **9. Pedorrasgos**

Objetivo: El alumno identificará los principales procesos pedogenéticos

Alfisol: Revestimientos y rellenos de arcilla (proceso de argilluvación)  
Calcisol: Revestimientos calcíticos ( proceso de carbonatación)  
Gypsisol: Revestimientos y rellenos con yeso (proceso de carbonatación)  
Jaboncillo: Identificación de acumulaciones de óxido de Mn y Fe (proceso de gleyzación)  
Molisols y Ultisoles: Excrementos  
Andosoles: Procesos de alteración de los diferentes tipos de minerales (hidrólisis, carbonatación, disolución y hidratación)

### **10. Otros tópicos relacionados con la micromorfología**

1. Suelos contaminados con hidrocarburos
2. Suelos aluviales desalinizados
3. Grado de ordenamiento de los sedimentos para determinar su proceso de sedimentación
4. Mejoradores de suelos (vermicompostas, estiércol, dolomita)

## **EVALUACIÓN**

Teoría (50%), Práctica (30%), Lectura de artículos científicos (20%)

Se realizarán tres exámenes Teóricos

Primer examen: Capítulo del 1-5

Segundo examen: 6-8

Tercer examen: 9 y 10

Exámenes prácticos: 3

Reporte de los artículos científicos. Se debe de entregar una síntesis de 4 páginas (Tamaño 12, Time Roman, espacio simple. Los artículos se analizarán y discutirán en clase.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Bullock, P., Fedoroff, N., Jongerius, A., Stoops, G., Tursina, T. 1985. Handbook for soil thin section description. Waine Research. Wolverhampton, UK. 152 pp.
- Douglas, L. A. y Thompson, M.L. (ed.). 1985. Soil micromorphology and soil classification. SSSA Special Publication 15. Soil Science Society of America, Inc., 5585 Guilford Rd., Madison, WI 53711 USA.
- Fitzpatrick., E.A. 1984. Micromorphology of Soils, Springer Verlag. pp 331-357
- FitzPatrick, E.A. 1993. Soil microscopy and micromorphology. Land use, land cover, soil science Vol 1.
- Kapur, S. Mermut, A., Stoops, G. (eds) 2008. New Trends in Soil Micromorphology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg-
- Murphy, C. P. 1986. Thin section preparation of soils and sediments. AB Academic.
- Stoops, G., Marcelino, V., Mees, F. 2010. Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths Elsevier. Amsterdam, The Netherlands.
- Stoops, G., Marcelino, V., Mees, F. 2018. Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths, second Edition. Elsevier. Amsterdam, The Netherlands
- Stoops, G., Eswaran, H. 1986. Soil micromorphology. Van-Norstrand Reinhold Company, Inc. Nueva York. 344 pp.
- Stoops, G. 2003. Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections. Soil Science Society of America Inc. Madison, USA.
- Stoops, G. 2020. Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections. Second Edition. Soil Science Society of America Inc. Madison, USA.
- Stoops, G. A. Jongerius. 1975. Proposal for a micromorphological classification of soil materials. I. A classification of the related distributions of fine and coarse particles. Geoderma, 13, 189–199.

**FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES**

TITULO DEL CURSO:	Prevención y Control de la Desertificación (Degradación de las Tierras)		
PROGRAMA DE POSTGRADO:	Edafología		
CURSO:	Prevención y Control de la Desertificación		
PROFESOR TITULAR:	Dr. Manuel Anaya Garduño		
CLAVE DE PROFESOR	X00101		
COLABORADOR (ES):			
(ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR			
CORREO ELECTRÓNICO:	anayam@colpos.mx		
TELÉFONO:	595 9520238	EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO	Edafología oficina 303
CLAVE DEL CURSO:	EDA 607	PRE-REQUISITOS:	
TIPO DE CURSO:	PERIODO:		
<input type="checkbox"/> Teórico	<input type="checkbox"/> Primavera		
<input type="checkbox"/> Práctico	<input type="checkbox"/> Verano		
<input checked="" type="checkbox"/> Teórico-Práctico	<input checked="" type="checkbox"/> Otoño		
SE IMPARTE A :	MODALIDAD:		
<input checked="" type="checkbox"/> Maestría en Ciencias	<input checked="" type="checkbox"/> Presencial		
<input checked="" type="checkbox"/> Doctorado en Ciencias	<input type="checkbox"/> No presencial		
<input checked="" type="checkbox"/> Maestría Tecnológica	<input type="checkbox"/> Mixto		
CRÉDITOS:	3	HORAS PRÁCTICA:	
HORAS TEORÍA:		LABORATORIO	
Presenciales	48	CAMPO	
Extra clase	144	INVERNADERO	
Total	192		

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)



**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

Generar un Plan de acción para prevenir y combatir la desertificación (Degradación de las tierras), considerando los aspectos de estado actual, velocidad y riesgo de la desertificación. El estudiante de postgrado deberá presentar un documento de 50 a 60 cuartillas, considerando lo siguiente:

- 1.- Localización del área de estudio.
- 2.- Procesos de degradación de las tierras.
- 3.- Matriz de degradación por usos del suelo y de tecnologías.
- 4.- Plan de acción.
- 5.- Fuentes de financiamiento.
- 6.- Fuentes de Información.

Colegio de Postgraduados/Secretaría Académica/Dirección de Educación/Área de Programas de Postgrado

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
20	1. CONCEPTO DE DEGRADACIÓN DE LA TIERRA	Se buscarán los conceptos que se han generado para definir Qué es la degradación de la tierra y el estudiante formulará su propia definición, también, se analizarán nuevos conceptos: Resiliencia y Neutralidad de las tierras.
5	1.1. Causas de la degradación	Se indagará sobre las principales causas de la degradación de las tierras, diferenciando las causas por procesos naturales y las inducidas por el hombre. Además se identificará que factores favorecen estos procesos.
5	1.2. Procesos de degradación de la tierra	Se consultarán publicaciones como la Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana escala 1:250 000, editado por el Colegio de Postgraduados (2003), entre otras, y se identificará los procesos primarios y secundarios de la degradación de la tierras.
5	1.3. Consecuencias de la degradación de la tierra	Se identificarán las consecuencias que genera la degradación de las tierras, así como los niveles de su afectación (ligero, moderado, fuerte o extremo).
5	1.4. Degradación de la tierra a nivel nacional	Se identificará el porcentaje de degradación de las tierras de acuerdo a los principales usos de suelo (agrícola, ganadero, forestal y urbano) y aquellos procesos de degradación de mayor impacto.
42	2. PLAN DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS	Una vez que el estudiante termine el tema 1, seleccionará una localidad para proponer un Plan de Prevención y Control de la degradación de las Tierras y se definirán el objetivo general y los específicos, la justificación y el alcance de la propuesta.
HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS

10	2.1. Marco legal y programático	<p>Se analizarán la Leyes, Reglamentos y Normas que establecen lineamientos para mitigar los efectos de la degradación de las tierras, considerando algunas, como ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ·Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente</li> <li>• Ley General de Vida Silvestre</li> <li>• ·Ley General de Cambio Climático</li> <li>• ·Ley Agraria</li> <li>•</li> <li>• ·Ley de Desarrollo Rural Sustentable</li> <li>• ·Iniciativa que expide la Ley General Para el Uso Sustentable y Conservación del Suelo (2018).</li> <li>• ·Ley de Aguas Nacionales</li> </ul>
12	2.2. Marco físico biótico	<p>Se ubicará y delimitará geográficamente la región, entidad federativa, municipio o comunidad en la que se realizará el estudio de Degradación de las tierras, se describirán sus recursos naturales, clima, cuerpos de agua superficiales y subterráneos, suelos, vegetación y fauna.</p> <p>Se identificarán los sistemas de uso del suelo, los procesos de degradación y nivel de afectación para cada uno de ellos.</p>
10	2.3. Marco socio-económico	Se describirán los aspectos socio-económicos como: Población, identificando si existe población indígena y/o grupos marginados, indicadores de salud, educación, migración, cobertura de servicios públicos y actividades productivas.
10	2.4. Marco histórico-cultural	De describirán los aspectos históricos-culturales de trascendencia para la localidad de estudio.
30	3. PROCESOS DE DEGRADACIÓN DE LA TIERRA	Se elaborará la Matriz de degradación de las tierras, considerando los sistemas de usos de suelo (eje vertical) y los procesos físicos, químicos y biológicos (eje horizontal). Considerando los niveles de deterioro: ligero, moderado, fuerte y extremo.
HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS

30	4. CONSECUENCIAS DE LA DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS	<p>Una vez identificados los procesos de degradación existentes en el área de estudio, se considerará el estado actual, la velocidad y el riesgo de la desertificación. Algunas consecuencias a considerar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escasez de agua</li> <li>• ·Degradación de la cubierta vegetal</li> <li>• ·Disminución de la materia orgánica y profundidad del suelo</li> <li>• Migración medioambiental</li> <li>• Escasez de agua</li> <li>• Degradación de la cubierta vegetal</li> <li>• Disminución de la materia orgánica y profundidad del suelo</li> <li>• Migración medioambiental</li> <li>• ·Pérdida de biodiversidad</li> <li>• Problemas de seguridad alimentaria</li> <li>• Contaminación</li> </ul>
77	5. ACCIÓN PARA PREVENIR Y COMBATIR LA DESERTIFICACIÓN EN LOS SISTEMAS DE USOS DE TIERRA	<p>Se listarán las soluciones tecnológicas para prevenir y controlar los procesos de degradación de las tierras. Se elabora la <b>Matriz de soluciones</b> considerando los sistemas de usos de suelo (eje vertical), los procesos físicos, químicos y biológicos (eje horizontal) y en la intersección de cada uno de ellos se colocarán las tecnologías conservacionistas que se pueden aplicar a corto, mediano y largo plazo.</p>
25	5.1. Costos de prevención y rehabilitación	<p>Una vez definidas las acciones para prevenir y combatir los procesos de degradación en las tierras por uso de suelo y nivel de afectación, se estimarán los costos por hectárea que implican las medidas preventivas, correctivas o de rehabilitación en la localidad de estudio.</p>
42	5.2. Estrategias y acciones	<p>Se desarrollarán las estrategias y acciones a llevar a cabo el Plan de acción para prevenir y combatir la desertificación en los sistemas de uso de tierras. Algunos ejemplos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de Captación de agua de lluvia para diversos usos</li> <li>• Restauración de la cubierta vegetal</li> <li>• Labranza de conservación</li> <li>• Prevenir y controlar el sobrepastoreo</li> <li>• Manejo y mantenimiento de árboles frutales y forestales</li> <li>• Manejo Ecológico de Plagas y enfermedades</li> <li>• Practicas agronómicas, vegetativas y mecánicas de conservación de suelos.</li> <li>• Agroturismo, ferias y ventas de productos agrícolas.</li> </ul>

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
10	5.3. Fuentes de financiamiento	Se identificarán fuentes de financiamiento a nivel local, municipal, estatal, nacional e internacional.
3	6. Fuentes de información	Consideran: bibliografía, enlaces electrónicos y contactos personales.

EN CASO DE CURSO TEÓRICO-PRÁCTICO O PRÁCTICO, SE DEBERÁ AGREGAR EL MANUAL DE PRÁCTICAS CORRESPONDIENTE, CUYO FORMATO DE CADA PRÁCTICA, DEBE ESTAR INTEGRADO POR PROTOCOLO, BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA Y EVALUACIÓN. EL PROTOCOLO DE CADA PRÁCTICA DEBE INCLUIR, INTRODUCCIÓN-REVISIÓN DE LITERATURA, MATERIALES Y MÉTODOS, MÁS INDICACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

LISTA DE PRÁCTICAS (TÍTULO, OBJETIVOS PUNTUAL, NUM. DE HORAS)
RECURSOS DIDÁCTICOS
Proyector
Laptop
Internet y correo electrónico

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN	
Normas de evaluación	
La calificación mínima aprobatoria es de 8.0	
Mínimo de asistencia a clases 80%	
Cada entrega de capítulo conlleva una presentación oral y escrita, y su correspondiente evaluación.	
Procedimiento de evaluación	
Componentes para la evaluación:	
ENTREGA DEL CAPÍTULO 1. CONCEPTO DE DEGRADACIÓN DE LA TIERRA	10%
ENTREGA DEL CAPÍTULO 2. PLAN DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS	15%
ENTREGA DEL CAPÍTULO 3. PROCESOS DE DEGRADACIÓN DE LA TIERRA	10%
ENTREGA DEL CAPÍTULO 4. CONSECUENCIAS DE LA DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS	10%
ENTREGA DEL CAPÍTULO 5. PLAN DE ACCIÓN PARA PREVENIR Y COMBATIR LA DESERTIFICACIÓN EN LOS SISTEMAS DE USOS DE TIERRA	40%

ENTREGA DEL CAPÍTULO 6. FUENTES DE INFORMACIÓN	5%
PRESENTACIÓN ORAL DEL INFORME FINAL	10%

BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA (AUTOR, AÑO, TÍTULO, EDITORIAL, FECHA, EDICIÓN)
Anaya, G.; M. et al. (2017) Aprovechamiento del Agua de lluvia. Calidad, Cantidad, y Abastecimiento continuo para diversos usos. Colegio de Postgraduados, Biblioteca Básica de agricultura. México.
Anaya, G. M. (1977).Technology and Desertification in “Desertification: its causes and consequences”. Pergamon Press. Oxford, England.
CONAFOR (2006). (Coordinador: Anaya, G.M.) Programa Nacional de Acción contra la degradación de las tierras (desertificación) y mitigación de los efectos de la sequía 2007-2030.
Moncada de la F. J.; Anaya, G. M.; Ortiz, S. C.; Sánchez, G. P.; Chacón, R. J. (2016) Suelo: protejamos el suelo que nos da vida. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.
Anaya, G. M. <i>et al.</i> (1977). Manual de Conservación de suelo y agua. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.
Colegio de Postgraduados (1977). Manual para pequeñas obras de riego y abrevadero. Montecillo, Estado de México.
CONAZA (1994). (Coordinador: Anaya, G.M.) Plan de Acción contra la desertificación (PACD-México).
UNCCD (United NAtion Convention to Combat Desertification) (2020). Bonn, Alemania.
CMNUCC (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático) (2020)
Conferencia de las Naciones Unidas sobre Biodiversidad
Video: La verdad Incómoda, Al Gore.
Video: La Desertificación en el Mundo UNEP.
Video: Diques de Arena, Nairobi, Kenya.



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Programa de Estudios

**TÍTULO DEL CURSO** ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE FÍSICA DE SUELOS  
**PROFESOR TITULAR** VICTOR MANUEL ORDAZ CHAPARRO  
**CLAVE DE PROFESOR** A01094  
**COLABORADOR (ES)** NO  
**CLAVE DE PROFESOR**  
**CORREO ELECTRÓNICO** ordaz@colpos.mx  
**TELÉFONO** 595 95 20200 ext  
1209  
Clave del curso EDA609 Pre-requisitos Ninguno

**Tipo de curso:**

- Teórico
- Práctico
- Teórico-práctico

**Periodo:** OTONO

- Primavera
- Verano
- Otoño

**Se imparte a:**

- Maestría en Ciencias
- Doctorado en Ciencias
- Maestría Tecnológica

**Modalidad:**

- Presencial
- No presencial
- Mixto

**Créditos** 3  
**Horas teoría** 52  
**Presenciales** 52  
**Extra clase** 88  
**Total** 192

**Horas práctica**  
**Laboratorio** 88  
**Campo**  
**Invernadero**

Un crédito equivale a 64 horas totales (16 presenciales y 48 extra clase).

HORAS PROGRAMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
EN TOTAL 35 SECCIONES DE 1.5 HS = 52 HS CLASE	1. Introducción 2. Teoría de las relaciones de fases 2.1 Conceptos básicos 2.2 Importancia del estudio de las condiciones físicas del suelo 2.3 Factores de producción agrícola del suelo 2.4 Las arcillas y sus propiedades 2.4.1 Propiedades de las arcillas 2.4.2 Tipos de arcillas 3. Precisión y exactitud de las mediciones. 3.1 las mediciones precisas y exactas 3.1.2 obtención de estimadores 3.1.3 intervalos de confianza 3.1.4 exactitud de una medición 3.2 variación espacial 4. Muestreo de suelos para análisis físico 4.1 Definición 4.2 Importancia 4.3 Esquema de muestreo 4.3.1 Diseños probabilísticos para el muestreo de suelo 4.3.1.1 Diseño aleatorio o simple al azar 4.3.1.2 Diseño estratificado 4.3.1.3 Muestreo sistemático 4.3.1.3.1 Muestreo sistemático en una dirección 4.3.1.3.1.1 Muestreo sistemático en línea 4.3.1.3.1.2 Muestreo en zig-zag 4.3.1.3.1.3 Muestreo en rombo 4.3.1.3.2 Muestreo sistemático en dos direcciones 4.3.1.3.2.1 Alineado en rejillas 4.3.1.3.2.2 Alineado en cruz 4.3.1.4 Muestreo polietapico 4.3.2 Diseños no probabilísticos para el muestreo de suelos 4.4 Técnicas y equipos de muestreo 5. Humedad del suelo 5.1 Contenido de humedad del suelo 5.2 Métodos para estimar el contenido de humedad del suelo 5.2.1 Método de campo o gravimétrico 5.2.2 Time domain reflectometry (tdr) 6. Densidad del suelo 6.1 Densidad real 6.1.1 Método del picnómetro 6.1.2 Método con sustancias no polares 6.2 Densidad aparente 6.2.1 Método de núcleos 6.2.3 Método del polietileno 6.2.4 Método del terrón cubierto con parafina 6.2.5 Método de la probeta para muestras tamizadas o suelos arenosos 7. Constantes de humedad y curva de retención de humedad 7.1 Parámetros de humedad del suelo	Diferenciar los estados de la materia y definir sus interacciones. Identificar los indicadores sobresalientes para la producción agrícola del suelo.  Aplicar el uso de escalas, rangos y unidades de medición.  Aplicar los diferentes criterios para la obtención de muestras de suelo.  Aplicación de metodologías para evaluar los estados hídricos del suelo.  Establecer e identificar las relaciones entre el peso y el volumen de los componentes sólidos del suelo.  Identificar los estados energéticos del agua en el suelo.

7.1.1	Método de la columna de agua	
7.1.2	Método de la olla de presión	
7.1.3	Porcentaje de marchitamiento permanente,	
7.1.4.1	Método del girasol	
7.1.5	Curva característica de humedad	
8.	Análisis mecánico del suelo y clasificación textural	
8.1	Análisis mecánico de los separados del suelo y su clasificación textural	Aplicación de diversas técnicas para conocer e cuantificar la composición mineral del suelo.
8.2	Pretratamiento de las muestras de suelo	
8.2.1	Destrucción de materia orgánica	
8.2.1.1	Desarrollo del método "destrucción de materia orgánica"	
8.3	Eliminación de las sales solubles	
8.3.1	Eliminación de carbonatos	
8.3.2	Propiedades de los agentes dispersores	Aplicación de diversas técnicas para conocer e cuantificar el arreglo mineral del suelo.
8.3.3	Eficiencia relativa de algunos dispersantes	
8.3.4	Ensayo de algunos agentes de dispersión	
8.4	Ultrasonido o método de la pipeta	
8.5	Batidora o método del hidrómetro de bouyoucos	
8.6	Aplicación del análisis mecánico en muestras con diferente tratamiento: ultrasonido, batidora y blanco	
9.	<b>Evaluación de la estructura del suelo</b>	
9.1	Conceptos básicos	
9.1.1	Coefficiente de estructuración (e)	
9.1.2	Fracción erosionable por el viento (fev)	
9.1.3	Estado estructural del suelo (ess)	
9.1.4	Diámetro medio ponderado (dmp)	
9.1.5	Estabilidad de agregados	
9.2	Determinación de la estabilidad de agregados en húmedo y en seco	Identificar, cuantificar y relacionar el arreglo estructural con los flujos hídricos y gaseosos del suelo.
9.2.1	Resultados obtenidos en la determinación de la estabilidad de agregados en húmedo y en seco en una muestra de suelo	
9.3	Determinación de la estabilidad de agregados mediante un método .apreciativo	
10.	<b>Porosimetría</b>	
10.1	Programa de análisis de imágenes como ayuda a determinar la porosimetría	
10.2	Estimación de la porosidad	
11	compactación y dureza del suelo	
11.1	Penetración dinámica	
11.1.1	Partes del penetrómetro	
11.1.2	Fundamentos físicos de la penetración estática	Aplicación de técnicas de laboratorio e <i>In situ</i> para identificar la degradación edafológica.
11.2	Penetración estática	
11.2.1	Partes del penetrómetro estática	
11.3	Prueba de resistencia a la penetración	
12.	<b>Conductividad hidráulica en suelos</b>	
12.1	Método de carga constante con el uso de sifones	
12.2	Método de carga constante usando permeámetros	
12.3	Conductividad hidráulica por el descenso o caída de agua	
12.4	Conductividad hidráulica en suelos insaturados	Conocer, cuantificar e interpretar el movimiento del agua en el suelo, bajo diferentes condiciones de humedad.
12.5	Determinación de la conductividad hidráulica por el método de carga constante usando permeámetros en muestras inalteradas	



## PRÁCTICAS

(Título, objetivo general, número de horas)

Caracterización física de suelos mediante diferentes métodos de laboratorio y campo.

## OBJETIVO GENERAL:

evaluar físicamente al suelo mediante diferentes métodos de análisis y aplicar criterios de interpretación para su manejo sustentable.

Numero de horas: 88

## RECURSOS DIDÁCTICOS

Equipo de cómputo (computadora y proyector), salón de clase (sala de proyección). Laboratorio equipado para análisis físico de suelos.

## EVALUACIÓN

Examen general de conocimientos, exposiciones individuales y reporte de resultados de las prácticas (memoria escrita).

## BIBLIOGRAFÍA

Klute, Arnold. 1986. *Methods of soil analysis. Physical and mineralogical methods. Number 9 (part 1) in the series agronomy*. 2ª ed. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin USA.

Loveday, J. 1974. *Methods for Analysis of Irrigated Soils. Technical communication No. 54 of the Commonwealth bureau of soils. Agricultural Bureaux. Cambridge University Press. Commonwealth Agriculture Bureaux Farnham Royal, England, in association with Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia.*

Marshall, T.J y Holmes, J.W. 1979. *Soil physics*. Cambridge University Press. London.

Montenegro González, H. y Malangón Castro, D. 1990. *Propiedades físicas de los suelos*. Ministerio de hacienda y crédito público, Instituto Agustín Codazzi. Subdirección Agrícola. Bogotá, Colombia.

Porta Casanellas, J., López Acevedo R. M. Roquero de Laburu, C. 1999. *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. 2ª ed. Mundi-Prensa. España.

Sánchez-Girón Renedo, V. 1996. *Dinámica y Mecánica de suelos*. Ediciones Agras técnicas, S.L. Madrid, España.



**INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS**

<b>TÍTULO DEL CURSO</b>	ENRIQUE OJEDA TREJO		
<b>PROFESOR TITULAR</b>	A01049		
<b>CLAVE DE PROFESOR</b>	LENOM CAJUSTE BONTEMPS		
<b>COLABORADOR (ES)</b>	X001348		
<b>CLAVE DE PROFESOR</b>	<a href="mailto:enriqueot@colpos.mx">enriqueot@colpos.mx</a> , <a href="mailto:lenomcb@colpos.mx">lenomcb@colpos.mx</a>		
<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>	Edificio/planta/número		
<b>TELÉFONO</b>	9521660 Ext. 1276, 1227	Edafología, 2,230, 2,225	
<b>Clave del curso</b>	EDA611	<b>Pre-requisitos</b>	EDA-626

**Tipo de curso:**

**Periodo:** OTONO

- Teórico
- Práctico
- Teórico-práctico

- Primavera
- Verano
- Otoño

**Se imparte a:**

**Modalidad:**

- Maestría en Ciencias
- Doctorado en Ciencias
- Maestría Tecnológica

- Presencial
- No presencial
- Mixto

<b>Créditos</b>	2		1
<b>Horas teoría</b>	32	<b>Horas práctica</b>	16
<b>Presenciales</b>	32	<b>Laboratorio</b>	12
<b>Extra clase</b>	96	<b>Campo</b>	48
<b>Total</b>		<b>Invernadero</b>	

Un crédito equivale a 64 horas totales (16 presenciales y 48 extra clase).

**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

Que se tengan las bases para la generación y manejo de información espacial en un SIG, incluyendo aspectos de cartografía, percepción remota, interpolación espacial y calidad de datos

<b>CURSO:</b>	EDA 611 INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICOS
<b>PROGRAMA DE POSTGRADO:</b>	EDAFOLOGIA

HORAS PROGRAMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
3.0	1.Reconocimiento de la Superficie Terrestre	Mapas, sensores y características de la superficie terrestre
3.0	1.1 Obtención de Información	Registro espacial de eventos y objetos en mapas y por sensores remotos
3.0	1.2 Geo-Localización	Ubicación de objetos y procesos en materiales cartográficos (geo-ubicación/geo-localización)
1.5	2. Geo-Transferencia	Transferencia de información puntual (GPX) a un material cartográfico
4.5	3. Geo-Referencia	Generación de cartografía de eventos y objetos puntuales Generación de material cartográfico a través de información obtenida vía Teledetección (geo-referencia / geo-corrección)
4.5	4. Integración de Datos	Geo-Edición de Información; comprobación y validación
	5. Bases de Datos Espaciales (BDE)	Diseño, construcción y mantenimiento de BDE raster y vector
4.5	6. Conversión e Interpolación de Datos	Interpolación de información puntual cuantitativa formando superficies continuas Conversión de información puntual cualitativa a información de áreas (polígonos).
3.0	7. Análisis Cartográfico y Geo-Espacial	Algebra de Mapas y Arboles de Decisión Cálculo de áreas de Influencia; análisis de proximidad.
3.0	8. Control de Calidad en definición y control digital	Calidad posicional, procedimientos e clasificación e interpolación.
		Total 30 horas

<b>CURSO:</b> EDA 611 INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICOS
--

### Prácticas

(Título, objetivo general, número de horas)

Practica 1 **Conociendo el planeta Tierra.** La tierra es un esferoide con diferentes coberturas sobre su superficie, cuya descripción se hace a través de los servicios de información geográfica. Su observación y descripción desde el espacio es necesaria para visualizar sus diferentes coberturas, agua, vegetación, desiertos, ubicación de países, e interpretación de rasgos desde el espacio etc. ( 1 hora)

Practica 2 **Obtención de información:** Las fuentes de información digital requeridas para proporcionar servicios de información geográficos son diversas,(topografía, vegetación, clima, suelos, etc) estos datos se encuentran "capturados y almacenados en estructuras y formatos diversos( mapas, imágenes de satélite). Cuando la información no esta disponible, se generan métodos y procedimientos para producirla para el espacio de interés. Se trabajara en Google Earth para conocer su utilidad en la ubicación e identificación de objetos sobre estas imágenes. Se recuperara información del sitio WEB de INEGI.(2 horas)

Practica 3. **Software** Para el proceso de información espacial se requiere el uso de los SIG. En esta practica se obtendrán de la WEB los siguientes software libre: De ESRI Arc Explorer Java Edition for Education(AEJEE), De la Unión Europea GvSIG y de North 52 Integrated Land Watershed Information System ( ILWIS). Se integrara informacion digital para conocer sus funciones básicas. (2 Horas)

Practica 4 Ubicando nuestro problema y su solucion: (4 horas)

Sesion 1. Identificacion de puntos con GPS Se tomaran puntos con GPSen campo.

Sesion 2 Descarga de Imágenes de satélite de la WEB. Transferncia de puntos GPS a imágenes de satélite y Google Earth.Visualizacion y modifocacion de datos de GPS con GPX viewer y GPSVisualizer

Sesion 3 Visualizacion de archivos KML en AEJEE.y transformación a otros software. Transformación de coordenadas geograficas a UTM.

Sesion 4 Georeferencia y geocorreccion de imágenes en ILWIS. Se georeferenciara , geocorregira y geoeditara una imagen de Google en ILWIS 3.07 y se editara un mapa vector de INEGI:en ILWIS y GVSIG

Practica 5 Extrayendo información de imágenes de satélite raster y construyendo un Base de datos espacial: Generar a partir de una imagen composiciones en falso color e índices de vegetación ( 2 horas)

Practica 6 Extrayendo informacion y generando una base de datos espacial a partir de mapas vector: Generacion de mapas por sobreposicon y extracción de informacion de la base de datos producida. Generacion de una base de datos a partir de un mapa de suelos. (3 Horas)

Practica 7 Extrapolacion e Interpolacion Cualitativa: Se revisaran diferentes metodos de interpolacion : Interpolacion con poligono de Thiessen.Interpolacion de punto con un poligono regular e irregular. Interpolacion de punto en celda. Analisis espacial puntual. (3 Horas)

Practica 8 Interpolacion de datos en superficies continuas: Se aplicaran diferentes algoritmos para interpolacion en superficies continuas. Interpolacion con el Inverso de la distancia, Interpolacion con el metodo de Kriging e Interpolacion lineal bi-cubica.(3horas)

Practica 9 Algebra de Mapas y análisis espacial: Se aplicara los Cálculos geomorfometricos en Modelos digitales de terreno y se realizara un análisis espacial de proximidad ( 3 Horas)

Practica 10 Análisis de Regresión y Calidad de Datos: Se evaluara la calidad posicional de imágenes y su restitución ;se evaluaran los procedimientos de clasificación y sus productos y se evaluaran los procedimientos y productos de la interpolación.( 2 horas)

Total 25 Horas

---

### Recursos didácticos

---

Curso teórico- Practico:

Método de enseñanza:

- Conferencia, practica demostrativa, discusión, tecnicas grupales, lecturas y tareas

Recursos Materiales Didácticos

- Imágenes fijas
- Material Impreso y Digital ( libros, reportes, revistas y manuales).
- Material audiovisual.
- Material de laboratorio
- Software de cartografía.
- Servicios temáticos en la Web
- 

4. Métodos de enseñanza

- La asignatura se impartirá como un curso en aula, aplicando la conferencia, a practica demostrativa , tareas ( técnicas grupales, discusión)
- Las prácticas se desarrollaran en el Laboratorio de Cartografía, en base a objetivos y productos entregables.

Se realizaran salidas de campo cuando la práctica lo requiera.

---

### Evaluación

---

Procedimiento de evaluación Teoría (valor en la Evaluacion) 40% %. Los exámenes seran en linea de acuerdo con el siguiente calendario:

- Examen 1 Tema 1, 2 y 3. (Valor 30%)
- Examen 2 Tema 4, 5, 6 (Valor 35%)
- Examen 3 Temas 7,8 (Valor 35%)

Practicas: Se evaluara en función a la entrega de los reportes de practica (Valor en la Evaluación 40 %).

- Las primeras 10 Practicas equivalen a el 70 % de la evaluación practica.
- La practica 11 equivale al 30 % de la evaluación practica.
- 

Las lecturas y participación en clase equivalen al 20 % de la evaluación

---

---

**BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA (AUTOR, AÑO, TÍTULO, EDITORIAL, FECHA, EDICIÓN)**

Davis, D. (2003). *GIS for everyone exploring your nergh system* (3rd. ed.<sup>a</sup> ed.). Readlands Calif.: ESRI PRESS.

ESRI (2001). *The ESRI press dictionary of GIS terminology*. Redlands, Clifornia: ESRI Press.

O'Looney, J. (2000). *Beyond maps GIS and decision making in local government*. Washington, -D. C.: ESRI Press.

Worboys, M. (1995). *GIS, a computing perpective*. Lono London: Taylor & Francis. [43082](#) -- (1998).

*Introduction to ArcView GIS: two-day course notebook with exercises and training data*. Redlands, Calif.: Environmental Systems Research Institute.

Wang, F. (2006). *Quantitative methods and applications in GIS*. Boca Raton, FL: CRC/Taylor & Francis.

Luneta R.G.S Lyon G.L. (2004). *Remote sensing and GIS accuracy assessment*. Boca Raton, Fla.: CRC Press.

Dale A and Goodchild M.F. (1997). *Scale in remote sensing and GIS*. Boca Raton, Fla.: Lewis Publishers.

Goodchild F. (1996). *GIS and environmental modeling: progress and research issues*. New York: John Wiley & Sons.

Libros electronicos:

Pilz Jurgen (2006) *Interfacing Geostatistics and GIS Ed Jurgen PLiz. Springer, Berlin, GER.*

Shekar Shashi (2008) *Encyclopedia of GIS Boston Ma USA*

Enlaces WEB;

**Apuntes de cartografía. Francisco Albites Hansen.**

<https://www.google.com.mx/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=apuntes%20de%20cartografia%20albiter> CONSULTA 30 JUN 2015

NCGIA core curriculum 1990 y 2000 <http://www.ncgia.ucsb.edu/pubs/core.php>

ILWIS manual electronico <http://spatial-analyst.net/wiki/index.php?title=Software>

---



## FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES

TITULO DEL CURSO: ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS Y PLANTAS

PROGRAMA DE POSTGRADO: EDAFOLOGÍA

CURSO: MAESTRÍA Y DOCTORADO

PROFESOR TITULAR: JORGE DIONISIO ETCHEVERS BARRA

CLAVE DE PROFESOR X00493

COLABORADOR (ES): CLAUDIA MARÍA ISABEL HIDALGO MORENO (X01644)

(ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR JULIANA PADILLA CUEVAS

CORREO ELECTRÓNICO: [jetchev@colpos.mx](mailto:jetchev@colpos.mx)

TELÉFONO: 5959511475 EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO EDAFOLOGÍA/2/333

CLAVE DEL CURSO: EDA-612

PRE-REQUISITOS: \_\_\_\_\_

TIPO DE CURSO:

PERIODO:

- Teórico
- Práctico
- Teórico-Práctico

- Primavera
- Verano
- Otoño

SE IMPARTE A :

MODALIDAD:

- Maestría en Ciencias
- Doctorado en Ciencias
- Maestría Tecnológica

- Presencial
- No presencial
- Mixto

CRÉDITOS: 3

HORAS 3

HORAS PRÁCTICA: \_\_\_\_\_

TEORÍA: \_\_\_\_\_

Presenciales 3 (REGULARES)

LABORATORIO 4

Extra clase 12 (EN LABORATORIO)

CAMPO \_\_\_\_\_

Total \_\_\_\_\_

INVERNADERO \_\_\_\_\_

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

Frecuentemente los laboratorios se alargan por la falta de pericia, falta de espacio y falta de equipo

---

## OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

El curso EDA 612 ha sido diseñado para satisfacer las necesidades teóricas y prácticas, de aquellas personas que deben realizar análisis químico de suelo y planta para complementar su trabajo de tesis, realizar investigación en la cuál esta materia sea parte fundamental, dar asesoría a productores y empresas, administrar laboratorios de análisis de suelo y planta; en general, para estar en capacidad de seleccionar con base aquellas facilidades analíticas que prestan servicios de calidad. La primera actividad del curso es ubicar a los estudiantes en la parte de la ciencia del suelo en la cual los análisis de suelo y planta tienen su aplicación. La teoría de EDA 612 comienza con una revisión rápida de conceptos elementales de química, suelos y planta, por ser éstos los objetos principales de observación. Seguidamente se introducen los fundamentos teóricos de los análisis químicos de suelo y planta que se emplean rutinariamente en el diagnóstico del estado nutricional del suelo y los cultivos, pero que también tienen otras funciones. Los conceptos anteriores son aplicables a otras áreas del conocimiento que requieren de estas herramientas, como son la clasificación de suelos, la recuperación de suelos afectados por degradación, evaluación del impacto ecológico, nutrición de cultivos anuales, frutícolas, florícolas y forestales. En la parte aplicada del curso se sigue el mismo esquema de un programa destinado a la ejecución de dichos análisis, esto es se analiza: la obtención de las muestras, la preparación de las mismas, la solubilización de los elementos de interés (destrucción total o parcial de las matrices orgánicas e inorgánicas) o la forma de determinar algunas características químicas del suelo ligadas a la fertilidad del mismo, la medición de la concentración de los elementos solubilizados, ya sea mediante métodos clásicos (gravimetría y volumetrías) y modernos (espectrofotometrías: visible, infrarroja, ultravioleta, de emisión y de absorción atómica; conductividad eléctrica, potenciometría; cromatografía) e interpretación de los resultados. El programa incluye algunos aspectos básicos de interpretación de los resultados y de control de calidad, así como de prácticas generales de laboratorio. Para satisfacer este último objetivo las clases expositivas (ver temario en Anexo 1) son complementadas por clases prácticas (ver Anexo 2). En estas últimas se desarrollan pequeños experimentos en grupo, que ilustran los problemas que comúnmente se presentan en los laboratorios. Después de cada clase práctica, el estudiante debe presentar un informe individual, mismo que se divide en las partes tradicionales de un informe científico: introducción, objetivos, hipótesis, materiales y métodos, resultados, discusión, conclusiones y literatura citada. Además, deberá responder los cuestionarios que el instructor le requiera, así como hacer las lecturas y las búsquedas en la literatura que se le soliciten.

<b>HORAS ESTIMADAS</b>	<b>TEMAS Y SUBTEMAS</b>	<b>OBJETIVOS DE LOS TEMAS</b>
------------------------	-------------------------	-------------------------------



1	Introducción. (química, química analítica cualitativa y cuantitativa).	Repasar las definiciones básicas
5	Revisión de conceptos básicos de Química: expresión de concentraciones, equilibrio químico,	Crear bases uniformes de conocimiento
8	Análisis químico de suelo: obtención de la muestra, preparación de la muestra, solubilización, análisis de fracciones, otros análisis.	Hacer comprender los alcances de la técnica
8	Análisis químico de planta: obtención de la muestra, preparación de la muestra, solubilización, análisis de fracciones, otros análisis, interpretación.	Hacer comprender los alcances de la técnica
8	Técnicas clásicas de análisis de suelo y planta: gravimetría y distintos tipos de volumetría.	Descripción de las principales técnicas clásicas aplicables a los análisis de suelo y planta
8	Técnicas modernas de análisis de suelo y planta: potenciometría, conductimetría, espectroscopía molecular, espectroscopía atómica, principios generales de cromatografía, otras técnicas modernas instrumentales (análisis elemental).	Descripción de las principales técnicas modernas aplicables a los análisis de suelo y planta
2	Interpretación de los resultados de los análisis químico de suelo y planta. Recomendaciones para el manejo nutricional basadas en resultados de análisis	Aprender como usar los resultados
2	Medidas de error en análisis químico y principios de control de calidad.	Sentar las bases de control de calidad
<b>Total de horas teóricas : 42</b>		

## PRÁCTICAS

1.	Resolución de problemas. Objetivo: Repasar conceptos básicos de Química y aprender a preparar soluciones. Horas: 3.0
2.	Expresión de la concentración de soluciones. Objetivo: Aprender a preparar soluciones químicas. Horas: 3.0

3. Teoría del pH y equilibrio químico  
Objetivo: Realizar ejercicios para aplicar conceptos de equilibrio químico.  
Horas: 3.0
4. Principios de control de Calidad..  
Objetivo: Presentar los elementos básicos para definir un Programa de Control de la Calidad de los Análisis de Suelo y Material Vegetal.  
Horas: 3.0
5. Destrucción de la matriz orgánica en suelos: análisis de N por varios procedimientos.  
Objetivo: Aprender procedimientos para solubilización de elementos totales: caso del Nitrógeno en suelo.  
Horas: 3.0
6. Variables analíticas que afectan la extracción de nutrientes del suelo: fósforo extractable.  
Objetivo: Presentar las variables que intervienen en la extracción de fósforo en el suelo.  
Horas: 3.0
7. Métodos de determinación de fracciones: potasio extractable.  
Objetivo: Aprender distintos procedimientos analíticos para determinar las fracciones intercambiables en suelo.  
Horas: 3.0
8. Destrucción de la matriz orgánica en tejido vegetal: por varios métodos.  
Objetivo: Aprender y ensayar distintos procedimientos para solubilizar nutrimentos de material vegetal.  
Horas: 3.0
9. Volumetría: Estandarización de soluciones; determinaciones volumétricas de neutralización, precipitación y complejimétrica.  
Objetivo: Aprender a determinar carbonatos, bicarbonatos, cloruros, y calcio y magnesio en agua.  
Horas: 3.0
10. Volumetría de óxido-reducción.  
Objetivo: Determinar la materia orgánica en suelo y el carbono orgánico total.  
Horas: 3.0
11. Mediones potenciométricas.  
Objetivo: Determinación del pH en el suelo y control del funcionamiento de electrodos de vidrio y referencia.  
Horas: 3.0

- |     |  |
|-----|--|
| 12. | Espectrofotometría visible.<br>Objetivo: Determinar fósforo total y soluble en plantas.<br>Horas: 3.0  |
| 13. | Fotometría de llama.<br>Objetivo: Determinar K total y soluble en plantas; efecto de la temperatura de la llama y de agentes de ionización<br>Horas: 3.0                   |
| 14. | Espectroscopía de absorción atómica.<br>Objetivo: Determinar calcio con llama de acetileno-aire y acetileno-óxido nitroso, con y sin adición de un liberador<br>Horas: 3.0 |

**Total de horas  
de práctica: 42**

## **NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION**

La evaluación del curso asigna un peso determinado a cada actividad desarrollada. El concepto de participación se refiere al juicio que el profesor se forma del estudiante con base en la manera como éste realiza las tareas encomendadas, responde a las preguntas que se le formulan en clase, la frecuencia con que demanda información más profunda, defiende posiciones o aporta ideas propias y originales a la clase.

## **RECURSOS DIDÁCTICOS**

Libros, videos, CD's, PACD-México; UNCCD-Convention.  
Blackboard  
Presentaciones en power point  
Lecturas obligatorias  
Producción de trípticos.

## **EVALUACIÓN**

Primera prueba (teoría + práctica): 20 %; Segunda prueba (teoría + práctica): 20 %; Informes de laboratorio: 30 %; Examen final (teoría + práctica): 20 %; Seminarios y participación en clase (juicio de los profesores): 10 %.

## **ACREDITACIÓN**

El curso otorga un total de 3 créditos

## **BIBLIOGRAFÍA**

Las referencias bibliográficas que se proveen constituyen una base histórica amplia sobre el tema. Los estudiantes deben completarlas con sus propias búsquedas y en función de sus propios intereses. Éstas se han dividido en las siguientes

secciones: Ciencias del Suelo y la Planta; Química Básica; Química Analítica; Métodos Instrumentales; Análisis Químico de Suelos; Análisis Químico de Planta; Análisis Químico de Aguas; Análisis Químico de Suelo y Planta, Agua y Fertilizantes. En las clases se entregaran referencias publicadas en revistas especializadas. Estas referencias son referencias clásicas, los estudiantes tienen la obligación de complementarla con su propia investigación, particularmente las técnicas con información actualizada en técnicas modernas.

### **1. Ciencias de Suelo y la Planta**

ADAMS, F. 1984. Soil acidity. Soil acidity and liming. Second edition. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.

AGUIRRE G., A. 2001 Química de los suelos ácidos, templados y tropicales. FES-Cuatitlán, UNAM, México, D.F.

BAIZE, D. 1993. Soil science analysis. Edt Wiley.

BEAR, F. E. (Ed.). 1964. Chemistry of the soil. Reinhold Publishing Co. New York.

BLACK, C. A. 1968. Soil plant relationship. 2<sup>th</sup> Edition. John Wiley and Sons, New York.

BLACK, C.A. 1993. Soil fertility evaluation and control. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida

BOLT, G. H., AND M. G. GRUGGENWERT. (Ed.). 1976. Soil Chemistry. A. Basic elements. Elsevier Scientific Publishing C., Amsterdam, The Netherland.

BOLT, G. H. 1979. Soil Chemistry. B. Physico-chemical models. Elsevier. Scientific Publishing Co., Amsterdam, The Netherlands.

BRADY, N. C. 1974. The nature and properties of soil, 8<sup>th</sup> Edition. McMillan Publishing Co., New York, N. Y.

CAJUSTE, L. J. 1977. Química de suelos con enfoque agrícola. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

CASTELLANOS, J. Z., J. X. UVALLE y A. AGUILAR S. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelo. 2<sup>a</sup> Edición. INCAPA, Celauya, Guanajato.

CEPEDA D., S. M. 1991. Química de Suelos. Editorial Trillas, México, D. F.

COTTONIE, A. 1980. Soil and plant testing as basis of fertilizer recomendation. FAO. Soils Bulletin 38/2.

CHAPMAN, H. D. (Ed.). 1966. Diagnostic criteria for plants and soils. Homer Chapman, Riverside, California.

FASSBENDER, H. W. y E. BORNEMISZA. 1987. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. 2a. Edición revisada y aumentada. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, San José, Costa Rica.

FITZPATRICK, E. A. 1993. An introduction to soil science. Second edition. Longman Scientific & Technical, London, England.

GRIM, R. E. 1968. Clay mineralogy, 2<sup>nd</sup> Edition. McGraw-Hill Book Co., New York, N. Y.

HAVLIN, J. L., *et al.* 1994. Soil testing: Prospects for improving nutrient recomendations. Special Publication.

HAVLIN, J. L., J.D. Beatron, S.C. Tisdale, W. L. Nelson. 1999. Soil fertility and fertilizers. An introduction to nutrient management. Prentice-Hall, Upper Saddle Runer, New Jersey.

MENGEL, K. AND E. A. Kirry. 1982. Principles of plant nutrition, 3<sup>rd</sup> Edition. International Potash Institute, Bern, Suiza.

MILLER, J. C. 1993. Estadística para química analítica. Addison-Wesley Iberoamericana.

RODRIGUEZ S., J. 1993. La fertilización de los cultivos: un método racional. Facultad de Agronomía, Potificia Universidad Católica, Santiago, Chile.

SMITH, K. A. 1983. Soil Analysis: instrumental techniques and related procedures. Marcell Dekker, New York, N. Y.

SUMMER, M. E. (Ed.). 2000. Handbook of soil science. CRC Press, Boca Raton, Florida.

TAN, K. H. 1993. Principles of soil chemistry. Second edition. Marcel Dekker, Inc., New York, N. Y.

TISDALE, S. L., W. L. NELSON y J. D. BEATON. 1985. Soil fertility and fertilizers. Fovrth edition. Macmillan Publishing Co., New York, N. Y.

RODRIGUEZ S., J. 1993. La fertilización de los cultivos. Un método racional. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

RODRIGUEZ S., J. D. PINOCHET T., F. MATUS F. 2001. Fertilización de los cultivos. LOM Ediciones Santiago, Chile.

RUSSELL'S, E. W. 1992. Soil conditions and plant growth. 11<sup>th</sup> Edition. A. Wild (Ed.) Longman Scientific and Technical. London, England.

YADOGUI, B. A. 1986. Agroquímica. Editorial Mn, Moscu, URSS. (volúmenes I y II).

WALSH, L. M., AND J. D. BEATON. (Ed.). 1973. Soil testing an plant analysis. Soil Science Society of American, Madison, Wisconsin.

WEAVER, R. W., et al. 1994. Methods of soil analysis: Microbial and Biochemical Properties. Numbers in the Soil Science Society of America Book Series.

WESTERMAN, R. L. 1990. Soil testing and plant analysis. Third edition. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin.

## **2. Química Básica.**

BENSON, S. W. 1974. Cálculos químicos. Una introducción al curso de las matemáticas en la química. Editorial Limusa, México, D.F..

BRESCIA, F., J. ARENTS, H. MEISLISCH y A. TURK. 1981. Fundamentos de química. Compañía Editorial Continental, S. A., México, D.F..

BRESCIA, F., S. MEHLMAN, F. C. PELLEGRINO y S. STAMBLER. 1977. Química. Interamericana, México, D.F..

CHANG, R. 1991. Química. Cuarta Edición. Prmera en español. McGraw Hill, México, D.F.

DECONINCK, F. 1973. General chemistry for soils scientist. Rijkuniversiteit Gent, Gent, Belgium.

DOMINGUEZ, S. A. 1978. Teoría, ejercicios y problemas de química. Publicaciones Cultural, S. A., México, D.F..

- DRAGO, R. S. 1973. Introducción a la estructura atómica y molecular. Editorial Limusa, México, D.F..
- DRAGO, R. S. 1973. Enlace química y estructura molecular. Editorial Limusa, México, D.F..
- ESTEBAN, J. M. y J. L. NEGRO. 1978. Problemas de química. Editorial Alhambra, Madrid, España.
- GILCHRIST SHIRLAM, D. 1967. A. practical course in agricultural chemistry. Pergamon Press, Oxford, England.
- HERNANDEZ G., P., MONTAGUT Y R. SANDOVAL. 1992. Química en el mundo real. Facultad de Química, UNAM, PARTE I y II.
- MAHAN, B. M. 1986. Química para curso universitario. Addison Wesley Iberoamericana, México, D.F., D. F.
- PETERS E. I. 1978. Inroduction to chemical principles. 2<sup>nd</sup> Edition. W. B. Saunders Co, Philadelphia, Pennsylvania.
- SACERDOTE, L. 1983. Química general programada. Editorial Limusa, México, D.F..
- SCHAUM, D., AND ROSEMBERG, J. 1970. Teoría y problemas de química general. Libros McGraw-Hill de México S. A. de C. V., México, D.F..
- SIENKO, M. J. y R. A. PLANE. 1979. Química. Ediciones Aguilar, Madrid, España.
- SWOOT, R. C. y J. PRICE. 1980. Química. Un curso moderno. Cía. Editorial Continental S. A., México, D.F..

### **3. Química Analítica.**

- AUTHESERRE, M. y G. BAYCHELIER. 1970. La química y sus aplicaciones agrícolas. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- AIRES, G. H. 1970. Análisis químico cuantitativo. Harla, México, D.F..
- BARNARD, J. A., CHAYEN. 1970. Métodos modernos de análisis químicos. Editorial Urmo, Bilbao, España.
- BERMEJO. F. Y A. BERMEJO. 1981. Los cálculos numéricos en la química analítica. 4a. Ed. Asoc. Nac. de Químicos de España, Madrid, España.
- BOLTZ, D. F., AND J. A. HOWELL. 1978. Colorimetric determination of nonmetals. John Wiley and Sons, Inc, New York, N. Y.
- BREWER, S. 1987. Soluciones de problemas de Química Analítica. Edit Lumusa.
- CHARLOT, G. 1975. Química analítica general. Tomos I, II, III, IV 2a. Edición. Toray Masson, Barcelona, España.
- CHRISTIAN, G. D. 1980. Analytical chemistry. 3<sup>rd</sup> edition. John Wiley and Sons, New York, N. Y.
- DAY Jr., R. A. y A. L. UNDERWOOD. 1989. Química analítica cuantitativa. Quinta edición. Prentice-Hace Hispanoamericana, México, D. F.
- DECSOK, R. L., L. D. SHIELDS, CARNS and I. G. McWILLIAM. 1976. Modern methods of chemical analysis. 2<sup>nd</sup> Edition. John Willey and Sons, New York, N. Y.
- DIC, J. G. 1973. Analytical chemistry. McGraw Hill Book Co, Tokio, Japón.

FLASCHKA, H. A., A. J. HARNARD, jr., AND JP. E. STURROCK. 1981. Química analítica cuantitativa. vol. I Compañía Editorial Continental, S. A., México, D.F..

FRITZ, J. S., AND G. H. H. SCHENK. 1974. Quantitative analytical chemistry, 3er edition. Allyn and Bacon, Inc., Boston, Massachusetts.

FURMAN, N. H. 1972. Standard methods of chemical analysis, 6<sup>th</sup> Edition. D. van Nostrand Co., Inc., Princeton, New Jersey.

GARY, C. D. 1981. Química analítica. Editorial Limusa, México, D.F..

GORDUS, A., A. 1987. Química analítica, Serie Schaum. McGraw-Hill.

HAMILTON, L. y S. SIMPSON. 1979. Cálculos de química analítica. Editorial Trillas, México, D.F..

HARRIS, D. C. 1991. Análisis químico cuantitativo. Grupo Editorial Iberoamerica, México, D. F.

HARRIS, W. F., AND B. KRATOCHVIL. 1971. Chemical analysis; an intensive introduction to modern analysis. Barnes and Noble. Co., New York, N. Y.

HOLKOVA, L. 1982. Química analítica. Editorial Trillas, México, D.F..

ISENHOUR, T. L., AND N. J. ROSE. 1971. Introduction to quantitative experimental chemistry. Allyn and Bacon, Inc., Boston, Massachusetts.

PIETRZYK, D. J. AND C. W. FRANK. 1979. Analytical chemistry. Second edition. Academic Press, New York, N. Y.

SANDOVAL, R., M. 1991. Equilibrios en disolución en química analítica. Dpto. de Química Analítica, UNAM, México, D.F.

SCHRINER, R. L., R. C. FUSON, AND D. Y. CURTIN. 1966. Identificación sistemática de compuestos orgánicos. Editorial Limusa-Wiley, S. A., México, D.F..

SKOOG, D., Y M. D. WEST. 1989. Química analítica. Cuarta edición. McGraw-Hill, México, D. F.

SKOOG, D. A. y D. M. WEST. 1985. Análisis instrumental. Segunda edición. Nueva Editorial Interamericana, México, D. F.

WALTON, H. F. y J. REYES. 1978. Análisis químico e instrumental moderno. Editorial Reverté. Barcelona, España.

WEAST, R. C. (Ed.). 1975. Handbook of chemistry and physics. A ready reference book of chemical and physical data, 55<sup>th</sup> Edition. CRC Press, Cleveland, Ohio.

#### **4. Métodos Instrumentales**

GAISTER, H. 1991. pH measurement fundamentals, methods, aplicaciones, instrumentation. Edit. VCH.

ORION RESEARCH, INC. 1975. Analytical method guide for specific ion electrodes, 7<sup>th</sup> Edition. Orion Research Inc., Cambridge, Massachusetts.

PEASE, B. F. 1980. Basic instrumental analysis. D. van Nostrand Co., New York, N. Y.

STROBEL, H. A. 1979. Instrumentación química. Editorial Limusa, México, D.F..

SMITH, K. A. (Ed.). 1983. Soil analysis-instrumental techniques and related procedures. Marcel Dekker, Inc., New York, N. Y.

WALSH, L. M. (Ed.). Instrumental methods for analysis of soil and plant tissue. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.

WILLARD, H. H., L. L. MERRIT. Jr. AND J. A. DEAN. 1978. Métodos instrumentales de análisis. Traducción de la 5a. Edición inglés. Cía. Continental, S. A., México, D.F..

ROWELL, D. L. 1993. Soil Science: methods and applications. Longman Scientific Technical, London, England.

### **5. Análisis Químico de Suelos**

AGUILAR S., A., J. D. ETCHEVERS B., y J. Z. CASTELLANOS R. (Eds.). 1987. Análisis Químico para evaluar la fertilidad de los suelos. Publicación Especial 1. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Chapingo, México.

ALCANTAR G., G., J. D. ETCHEVERS B., A. AGUILAR S. 1992. Los análisis físicos y químicos: su aplicación en agronomía. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx. México.

BLACK, C. A. (Ed.). 1965. Methods of soil analysis. Part. 1 and 2. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.

BAIZE, D. 1988. Soil science analysis. A guide to current use. Wiley, Chichester, England.

BILLINGS, G. K. 1971. The preparation of geological samples for analysis by atomic absorption. Varian Techtron, Walnut Creek, California.

BORNEMISZA, E., y A. SAIZ DEL RIO. 1961. Análisis químico de suelos. Métodos de laboratorio para diagnosis de fertilidad. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica.

BRASIL EMBRAPA. 1979. Manual de métodos de análisis de solos. Servicio Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, Brasil.

BROWN, J. R. (Ed.). 1987. Soil testing: sampling, correlation, calibration, and interpretation. SSSA Special Publication 21. Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin.

CAJUSTE, L. J. 1980. Prácticas de laboratorio del curso de química de suelos. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. (Documento mimeografiado).

CARTER, R. M. 1993. Soil sampling and methods of analysis. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.

COUNCIL ON SOIL TESTING AND PLANT ANALYSIS. 1974. Handbook on reference methods for soil testing. Council on soil testing and plant analysis, Athens, Georgia.

COUNCIL ON SOIL TESTING AND PLANT ANALYSIS. 1999. Handbook on reference methods for soil testing. Revised edition. Council on soil testing and plant analysis, Athens, Georgia.

ETCHEVERS B., J. D. 1980. Análisis químico de suelo y planta. Notas de clase. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

GRANDE LOPEZ, RAUL. 1982. Métodos para análisis físicos y químicos en suelos agrícolas. 2a. Edición. Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.

HERRERA A., J. A., M. A. SOCORRO Q. Y A. CUESTA A. 1988. Métodos de trabajo agronómico. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.



- HESSE, P. R. 1971. A textbook of soil chemical analysis. Chemical Publishing Co., Inc., New York, N. Y.
- HOUBA, V. J. G., J. J. RAN DER LEE, I. NOVOZAMISKY AND I. WALINGA. 1989. Soil analysis procedures. Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.
- HUE, N. V., AND C. E. EVANS. 1979. Procedures used by the Auburn University Soil Testing Laboratory. Auburn University Agricultural Experiment Station, Auburn, Alabama. (Departamental Series 16, Revised).
- JACKSON, M. L. 1964. Análisis químico de suelos. Ediciones Omega, Barcelona, España.
- JACKSON, M. L. 1974. Soil chemical analysis of irrigated soils. Commonwealth Agricultural Bureau, London. England. 208p. (Tech. commun. 54).
- KLUTE, A. 1986. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. Second Edition. Madison, Wisconsin, USA.
- LANDON, J. R. 1992. Booker tropical soil manual. Longrian Scientif and Technica, London, England.
- LOPEZ, R. J. y J. LOPEZ, M. 1990. El diagnóstico de suelos y plantas. Métodos de campo y laboratorio. Ediciones Mundi-Prensa.
- LOVEDAY, J. (Ed.). 1974. Methods for analysis of irrigated soils. Commonwealth Agricultural Bureau, London. England. 208p (Tech. Commun. 54).
- MEXICO. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS (SARH). 1979. Metodología apra el análisis físico-químico de suelos utilizada en los laboratorios dependientes de la DGPEA. Dirección General Producción y Extensión Agrícola, Departamento de Suelos y Laboratorios, México, D.F..
- NORTH DAKOTA AGRICULTURA EXPERIMENT STATION. 1975. Recommended soil test procedures for the North Central Region. North Dakota Agricultural Experiment Station. Fargo, North Dakota. (Bulletin 499).
- METSON, A. J. 1956. Methods of chemical analysis for soil survey samples. New Zeland Department Scientific and Industrial Research. 207p. (Soil Bureau Bulletin 12).
- OBREGON PEREZ, ALBERTO. 1973. Métodos de análisis químico de rocas y materiales similares. Universidad Autónoma de México, Instituto de Geología, México, D.F..
- PAGE, A. L., R. H. MILLER, AND D. R. KEENEY (Eds.). 1982. Methods of soil analysis. Part 2. Second edition. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. (Agronomy 9).
- PADILLA C., J. y E. OLVERA T. 1991. Métodos químicos de suelos y plantas: muestreo, preparación de la muestra, digestiones y extracciones. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
- PEECH, M., L. T. ALEXANDER, L. A. DEAN, AND J. F. REED. 1947. Methods of soil analysis for soil-fertility investigations. United States Department of Agriculture, Washington, D. C. (USDA Bulletin 7570).
- QUEMERER, J. 1979. The measurement of soil potassium. International Potash Institute, Berna, Suiza.
- RICHARDS, L. A. (Ed.). 1962. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos sódicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, México, D.F.
- RUIZ BELLO, ALEJANDRINA Y ORTEGA TORRES, ENRIQUE. 1979. Prácticas de laboratorio en química de suelos. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México.

SMITH, K. A. C. E. MULLINS. 2000. Soil and Environmental Analysis : Physical Methods. Marcel Dekker. New York, New York.

SPARKS, D. L. (Ed.). 1996. Methods of soil analysis. Part. 3. Chemical Methods. Soil Science Society of America Book Series No. 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.

TAN, KIM H. 1996. Soil sampling preparation and analysis. Marcel Dekker, Me., New York, New York.

UDSA. SOIL CONSERVATION SERVICE. 1973. Investigaciones de suelo. Métodos de laboratorio y procedimiento para recoger muestras. Editorial Trillas. México, D. F.

VAN RAIJ, B. et al. 1987. Análise química do solo para fins de fertilidade - Fundacao Cargill, Campinas, SP, Brasil.

WEABER, R. W., J. S. ANGLE, and P. S. BOHOMLY (Eds.) 1994. Methods of soil analysis. Part 2. Microbiological and biochemical properties. SSSA Book Series 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.

### **6. Análisis Químico de Plantas**

ALCANTAR G., G., M. SANDOVAL V., 1999. Manuel de análisis químico de tejido vegetal. Publicación Especial 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Chapingo, México.

ALLAN, J. E. 1969. The preparation of agricultural samples for analysis by absorption spectroscopy. Varian Techtron, Walnut Creek, California.

BENTON, J. J., Jr. B. WOLF, H. A. MILLG. 1991. Plant analysis handbook. Micro-Macro Publishing, Inc.

KALRA, Y. P. 1998. Handbook of reference methods for plant analysis. CRC Press, Boca Raton, Florida.

GORSUCH, T. T. 1970. The destruction of organic matter. Pergamon Press Ltd, Oxford, England.

GREWELING, T. 1976. Chemical analysis of plant tissue. Search (Cornell University) 68: 1-35.

WALINGA, I., W. van WARK, U. J. G. HOUBA, and J. J. VAN DER LEE. 1989. Plant analysis procedures. Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

WALINGA, L., J. J. Vander LEE, V. J. G. HOUBA, W. Van VARK and I. NOVOZAMSKY (Eds.). 1995. Plant Analysis Manual. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

### **7. Análisis Químico de Aguas**

APHA, AWWA, WPCF. 1993. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Iraz de Antok.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 1975. Standard methods for the examination of water and wastewater, 14<sup>th</sup> Edition. American Public Health Association, Washington, D. C.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 1971. Methods for chemical analysis of water and wastes. National Environmental Research Center, Analytical Quality Control Laboratory, Cincinnati, Ohio.

MERCK. s/f. Análisis de agua. Una selección de métodos químicos para la práctica. E. Merck AG., Darmstad, Alemania.

OJEDA ORTEGA, DONACIANO. 1967. Métodos rápidos de análisis de aguas para riego. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, Chapingo, México. (Serie de Apuntes).

PARKER, C. R. 1972. Water analysis by atomic absorption spectroscopy. Varian Techtron, Pale Alto, California.

RODIER, J. 1981. Análisis de las aguas. Ediciones Omega, S. A., Barcelona, España.

#### **8. Análisis Químico de Suelo, Planta, Agua, Fertilizantes**

AOAC. 1990. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists, 15<sup>th</sup> Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.

BEATON J. D., AND G. R. BURNS. 1968. Determination of sulfur in soil and plant material. The Sulfur Institute, Washington, D. C.

CHAPMAN, H. D., and P. F. PRATT. 1973. Métodos de análisis para suelos, plantas. Editorial Trillas, México, D.F..

COTTONIE, A. 1980. Soil and plant testing and analysis. FAO. Soils Bulletin 38/1.

DEWIS, S. Y F. FREITAS. 1970. Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. FAO. Roma, Italia. (Boletín Suelos 10).

JUO, A. S. R. 1978. Selected methods for soil and plant analysis. 2<sup>nd</sup> Edition. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria. (IITA Manual Series No. 1).

LOPEZ R., J. Y J. LOPEZ M. 1990. El diagnóstico de suelos y plantas. Métodos de campo y laboratorio. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.

KANSAS STATE AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION. 1975. Sampling and analysis of soil, plantas, wastewaters and sludges. Kansas State Agricultural Experiment Station, Manhattan, Kansas. (Research Publication 170).

MEXICO. SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS. 1975. Métodos para análisis físico y químico de suelos, aguas y plantas. Dirección General de Estudios, Dirección Agrología, México, D.F..

SALINAS, JOSE G. y GARCIA, RAMIRO. 1979. Métodos analíticos para suelos ácidos y plantas. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.

**FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES**

TITULO DEL CURSO:			
PROGRAMA DE POSTGRADO:			
CURSO:			
PROFESOR TITULAR:			
CLAVE DE PROFESOR			
COLABORADOR (ES):			
(ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR			
CORREO ELECTRÓNICO:			
TELÉFONO:		EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO	
CLAVE DEL CURSO:		PRE-REQUISITOS:	
TIPO DE CURSO:		PERIODO:	
<input type="checkbox"/> Teórico		<input type="checkbox"/> Primavera	
<input type="checkbox"/> Práctico		<input type="checkbox"/> Verano	
<input type="checkbox"/> Teórico-Práctico		<input type="checkbox"/> Otoño	
SE IMPARTE A :		MODALIDAD:	
<input type="checkbox"/> Maestría en Ciencias		<input type="checkbox"/> Presencial	
<input type="checkbox"/> Doctorado en Ciencias		<input type="checkbox"/> No presencial	
<input type="checkbox"/> Maestría Tecnológica		<input type="checkbox"/> Mixto	
CRÉDITOS:		HORAS PRÁCTICA:	
HORAS TEORÍA:		LABORATORIO	
Presenciales		CAMPO	
Extra clase		INVERNADERO	
Total		Total	

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

<b>OBJETIVO GENERAL DEL CURSO</b>













**FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES**

TITULO DEL CURSO:	<b>QUÍMICA DE SUELOS y las funciones ecosistémicas</b>		
PROGRAMA DE POSTGRADO:	Edafología		
CURSO:	Presencial regular		
PROFESOR TITULAR:	Rogelio Carrillo González		
CLAVE DE PROFESOR	X01137		
COLABORADOR (ES):			
(ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR	Jesús E. Corona Sánchez		
CORREO ELECTRÓNICO:	<a href="mailto:crogelio@colpos.mx">crogelio@colpos.mx</a>		
TELÉFONO:	595-9520200 55- 58045900	EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO	Edafología, 2 piso, 219
CLAVE DEL CURSO:	EDA-616	PRE-REQUISITOS:	

TIPO DE CURSO:

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-Práctico

PERIODO:

- Primavera  
 Verano  
 Otoño

SE IMPARTE A :

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

MODALIDAD:

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

CRÉDITOS: 4 (cuatro)

HORAS TEORÍA:

Presenciales 37  
 Extra clase 174  
 Total 256

HORAS PRÁCTICA:

LABORATORIO 45  
 CAMPO \_\_\_\_\_  
 INVERNADERO \_\_\_\_\_

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

Conceptualizar los procesos químicos del suelo y reacciones de química de superficie, que sustentan los servicios ambientales y la capacidad para soportar la vida.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
4.5 presenciales 6. de actividades	<p><b>Tema I</b> Componentes inorgánicos del suelo</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <p>Minerales primarios Reacción de Bowen Intemperismo de minerales ferromagnesianos Mecanismos de disolución Formación de minerales secundarios Aluminosilicatos alcalinos, ácidos y neutros Estabilidad de minerales Estructura y susceptibilidad de los minerales a la intemperización Composición química de los suelos</p>	Analizar los componentes químicos del suelo y la estructura de los mismos que definen las propiedades del suelo y así como los cambios que permiten su evolución en función del tiempo y espacio
4.5 Presenciales 6 de Actividades	<p><b>Tema II</b> Funciones de los componentes orgánicos del suelo</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <p>Origen y clasificación Biomoléculas del suelo Substancias húmicas Extracción y medición Carbono orgánico disuelto Interacción con la fracción inorgánica Importancia en las funciones de los componentes orgánicos Captura de carbono</p>	Describir los componentes orgánicos del suelo y su participación en las funciones ambientales del suelo
3 Presenciales 5 de Actividades	<p><b>Tema III</b> Fenómeno de intercambio iónico</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <p>Fundamentos teóricos Origen del intercambio iónico Origen de cargas permanente y variable Reacciones de intercambio Modelo de Eisenman Equilibrio de Intercambio de cationes Intercambio entre iones y la valencia Intercambio en materiales de carga variable Punto de carga cero</p>	Describir el proceso de intercambio iónico en las superficies de coloides del suelo, las ecuaciones que lo describen y diferenciar los factores que lo afectan.

	Suelos de carga variable	
4.5 Presenciales 6 de Actividades	<p><b>Tema IV</b> Acidez del suelo</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <p>La reacción del suelo Tipos de acidez y su medición Química del aluminio Capacidad amortiguadora de los suelos Requerimientos de cal Manejo de suelos ácidos</p>	Describir las fuentes de acidez del suelo y sus tipos, así como dar ejemplo del manejo de los suelos ácidos.
4.5 Presenciales 4 de Actividades	<p><b>Tema V</b> Salinidad y alcalinidad</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <p>Intemperismo y salinidad Fuentes de sales en el suelo Medición de la cantidad de sales Porcentaje de saturación de sodio y relación de absorción de sodio Reacción y conductividad eléctrica Química del boro Carbono inorgánico en equilibrio en los suelo Sodicidad Sales y el comportamiento de los coloides Efecto en el crecimiento de las plantas Control de la salinidad Manejo de la salinidad</p>	Identificar los procesos que inducen la acumulación de sales en el suelo y sus consecuencias.
4.5 Presenciales 4 de Actividades	<p><b>Tema VI</b> Dinámica química de los elementos esenciales para las plantas</p> <p><b>Subtemas</b></p> <p>Fuentes naturales y artificiales Procesos químicos que modifican su presencia Factores de intensidad y capacidad Fijación en el suelo Capacidad tampón Factores que afectan la disponibilidad Métodos de determinación Especiación de P</p>	Describir los conceptos de capacidad e intensidad de los elementos esenciales en el suelo y los factores que los afectan.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
4.5 presenciales 5 de actividades	<p><b>Tema VII</b> Reacciones en la superficie de partículas del suelo</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <p>Adsorción específica y no específica Desorción de cationes y aniones Complejos orgánicos Precipitación de iones Coprecipitación de iones inorgánicos Coprecipitación de cationes Modelos matemáticos</p>	Describir los procesos de adsorción y precipitación de los elementos en el suelo
2. Presenciales 5 de Actividades	<p><b>Tema VIII</b> Fenómenos electroquímicos</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <p>Conceptos y su importancia en el suelo Reacciones de óxido reducción Medición del potencial redox Potencial redox en el suelo Diagramas pE - PH Suelos inundados Especies químicas importantes Semireacciones</p>	Caracterizar los procesos de oxidación y reducción en el suelo y como afecta la disponibilidad de nutrimentos.
3 Presenciales 3 de Actividades	<p><b>Tema IX</b> Especiación en la solución del suelo</p> <p>Subtemas:</p> <p>Actividad de iones Teoría de Debye-Huckel Fuerza iónica y su efecto en los iones Especiación de la solución Formación de complejos Obtención de la solución Análisis de la solución</p>	Argumentar la importancia de la composición y función de la solución del suelo, para el sostenimiento de la vida en los ecosistemas.
2 Presenciales	<p><b>Tema X</b> Vulnerabilidad de los servicios ecosistémicos</p> <p>Subtemas:</p> <p>Los servicios ambientales Indicadores químicos Secuestro de carbono Los GEI y el cambio climático</p>	Describir el impacto del hombre en la función del suelo.

LISTA DE PRÁCTICAS (TITULO, OBJETIVOS PUNTUAL, NUM. DE HORAS)		
Titulo	Objetivo: Que los participantes conceptualicen a través de:	Horas
Práctica 1. Síntesis de ferrihidrita	Revisar las reacciones de formación de óxidos	2
Práctica 2. Separación de coloides inorgánicos para su identificación.	Juzgar los procedimientos de separación y preparación de los silicatos laminares para su identificación.	2
Práctica 3. Valoración de soluciones: ácido sulfúrico con bicarbonato de sodio. Valoración de solución de hidróxido de sodio con ftalato de potasio.	Identificar los principios del análisis volumétrico, para el cálculo de la concentración de una solución.	2
Práctica 4. Curvas de titulación ácido base y su aplicación al suelo	Cuantificar los puntos de equivalencia.	2
Práctica 5. Componentes orgánicos del suelo: separación de sustancias húmicas	Implementar el procedimiento de separación de sustancias húmicas del suelo y sus variantes usadas	4
Práctica 6. Cuantificación del carbono orgánica del suelo.	Evaluar el procedimiento de cuantificación de la materia orgánica del suelo	3
Práctica 7a. Verificación de las propiedades del intercambio catiónico.	Evaluar las propiedades del intercambio de los iones del suelo	4
Práctica 7b. Determinación de calcio y magnesio	Comparar los procedimientos para determinar el contenido de Ca y Mg intercambiable.	2
Práctica 7c. Cuantificación de sodio y potasio por flamometría	Efectuar el procedimiento para determinar el contenido de K y Na intercambiable.	2
Práctica 8. Determinación de sales solubles en la solución del suelo	Evaluar el procedimiento de extracción y cuantificación de sales solubles del suelo (cationes y aniones).	4
Práctica 9. Cambios de las formas de nitrógeno inorgánico por arrastre de vapor	Evaluar las formas de nitrógeno en el suelo biodisponibles	4
Práctica 10. Retención de fósforo y su extractabilidad en el suelo.	Cuantificar el fósforo disponible en el suelo para las plantas.	4
Práctica 11. Evaluación de efecto del pH en la disponibilidad de elementos traza con DTPA-TEA-CaCl <sub>2</sub>	Juzgar el efecto del pH en la extractabilidad de microelementos.	3

RECURSOS DIDÁCTICOS
Exposición frente al grupo
Seminarios de investigación documental preparados por los estudiantes
Lectura de textos y artículos científicos
Resolución de problemas en clase
Revisión y discusión de videos
Preparación de video clips
Prácticas demostrativas
Prácticas de comprobación
Actividades en plataforma electrónica

---

#### NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

---

##### Normas de evaluación

Durante el curso se hará evaluación continua, con participación en clases, tareas y reportes de prácticas al instructor.

Las tareas serán entregadas a la siguiente sesión de la fecha en que se asignen.

Las prácticas deben ser entregadas a la práctica siguiente respectiva, si se retrasa la entrega la calificación máxima alcanzable se reducirá.

##### Procedimiento de evaluación

La evaluación de la asignatura será continua por medio de:

- a) Exámenes temáticos escritos (70%),
- b) Tareas (10%),
- c) Reportes de prácticas (10%),
- d) Preparación de una clase del alguno de los temas del programa del curso (10%).

El reporte expresa directamente la parte práctica experimental, deberá contener los detalles útiles para la correcta presentación, análisis e interpretación de la información obtenida el experimento.

Se estructurará con las siguientes secciones en el orden indicado

Estructura	Puntos posibles
1. Introducción (justificación del método y objetivo)	15
2. Experimentación (M&M)	15
3. Resultados	15
4. Muestra de cálculo	15
5. Conclusiones	15
6. Cuestionario	15
7. Bibliografía	10

La presentación física de las prácticas: cada documento será elaborado en hojas blancas tamaño carta, escritas en una cara y foliadas. Se recomienda que el texto se en letra tamaño 12, espacio y medio, márgenes 2.5.

Respecto al contenido se recomienda lo siguiente:

Justificación del método. Este es un preámbulo al reporte que explica en que consiste la práctica y cuáles son sus objetivos.

Deben incluirse los principales conceptos que se manejan en la realización de la práctica. El reporte debe ser lo más resumido posible; describir los procedimientos realizados en el laboratorio, escrito en tiempo pasado e incluir las correcciones, sucesos y justificaciones de las modificaciones que se hayan hecho. Si es necesario adicionar un diagrama del equipo usado.

Resultados: Esta sección de incluir en forma estructurada los resultados de la práctica.

La información deberá aparecer ordenada en cuadros o figuras numerados. Todos los datos numéricos deberán ir acompañados de su dimensional e incertidumbre absoluta, inclusive cuando se presentan gráficamente. Las gráficas deberán ser identificadas y numeradas.



### **Literatura básica**

- Bohn H. L. Myer. R. L. A. and O`Connor G. A. 2001. Soil Chemistry. 3 Ed. John Wiley & Sons. NY. USA. pp. 339.
- Cresser M. and K. Kilham. 1993. Soil chemistry and its applications. Cambridge University Press. Pp. 208.
- Evangelou V. P. 1998. Environmental Soil and water chemistry. Principles and applications. J. Wiley and Sons. pp. 556.
- McBride M. 1994. Environmental chemistry of soil. Oxford University Press. Oxford, UK. pp. 400.
- Pierzynski G. M. 2004. Soils and environmental quality. CRC Press. Boca Raton. USA.
- Rowell D. L. 1996. Soil Science. Methods & Applications. Longman. Edinburgh, UK. pp. 350.
- Scherer, H. W., Goldbach, H. E., & Clemens, J. 2003. Potassium dynamics in the soil and yield formation in a long-term field experiment, *1961*: 531–535.
- Sposito G. 1989. The Chemistry of soil. Oxford Press. USA.
- Tan K. H. 2011. Principles of soil chemistry. 4<sup>th</sup> ed. CRC Press. Boca Raton. USA.

### **Literatura recomendada**

- Black C.A. ed. 1965. Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy 9. Wi. USA.
- Bronger, A. 2007. Time dependence of the rate and direction of mineral weathering and clay mineral formation with special consideration to kaolinites. *Holocene*, *24*(3), 510–523.
- Sparks Donald L. 2003. Environmental soil chemistry. 2<sup>nd</sup> ed. Academic Press. pp. 267
- USDA. 1995. Soil survey laboratory information manual. USDA.
- Westerman R. L. 1990. Soil Testing and plant analysis. 3 ed. SSSA. Wis. USA.

---

### **Literatura adicional**

- Cheng H.H. 1990. Pesticides in the soil environment: processes, impact, and modeling. SSSA Book Series: 2. Wi. USA. pp. 530.
- Chimie, L. De, & Cre, A. M. (2001). Effect of orthophosphate on the oxidation products of Fe (II) -Fe (III) hydroxycarbonate : The transformation of green rust to ferrihydrite, *65*(11), 1715–1726.
- Holtan, H., Kamp-Nielsen, L., & Stuanes, A. O. 1988. Phosphorus in soil, water and sediment : an overview. *Hydrobiologia*, *170*: 19–3.
- Fifield F. W. y Haines P. J. 1997. Environmental Analytical Chemistry. Blackie Academic & professional. London.
- Morton W. M. 1983. Proceeding of a workshop: Response of agricultural soils to acid deposition. 12-13 May 1981. Environmental and Exp. Bot. vol. 23.
- Quadir M., R. H. Qureshi and N. Ahmad. 2002. Amelioration of calcareous saline sodic soils through phytoremediation and chemical strategies. *Soil Use Manag.* *18*: 381-385.
- Turner B. L. and M. S. A. Blackwell. 2013. Isolating the influence of pH on the amounts and forms of soil organic phosphorus. *European J. Soil Sci.* *64*: 249-259.

Soil Survey laboratory staff. 1992. Soil survey laboratory methods manual. USDA. SCS. NSSC.

USDA. 1973. Soil Survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples. SCS. USA. Washington.

Scholes, M. C., Powlson, D., & Tian, G. 1997. Input control of organic matter dynamics. *Geoderma*, 79(1-4), 25–47. doi:10.1016/S0016-7061(97)00037-2.

Stumm W. 1992. Chemistry of the solid-water interface: processes at the mineral-water and particle-water interface in natural systems. CABI. Pp. 428.

Sorensen P. and G.H. Rub. 2012. Leaching of nitrate and phosphorus after autumn and spring application of separated soil animal manures to winter wheat. *Soil Use Manag.* 28: 1- 11.

Xiang, S., & Zhou, W. 2011. Phosphorus forms and distribution in the sediments of Poyang Lake, China. *International Journal of Sediment Research*, 26(2): 230–238. doi:10.1016/S10016.279(11)60089-9.

Visconti F., J. M. de Paz, J. L. Rubino and J. Sanchez. 2011. SALTIRSOIL: a simulation model for term to long term prediction of soil salinity in irrigated agriculture. *Soil Use Manag.* 27: 523- 537.

**FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES**

TÍTULO DEL CURSO:	<b>FISIQUÍMICA DE LA INTERFASE SUELO-AGUA</b>		
PROGRAMA DE POSTGRADO:	Edafología		
CURSO:	Presencial		
PROFESOR TITULAR:	Rogelio Carrillo González		
CLAVE DE PROFESOR	X01137		
COLABORADOR (ES):			
(ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR	Jorge Alvarado López. Clave: AO1168		
CORREO ELECTRÓNICO:	<a href="mailto:crogelio@colpos.mx">crogelio@colpos.mx</a> ; <a href="mailto:jorgel@colpos.mx">jorgel@colpos.mx</a> ;		
TELÉFONO:	595-9520200 55- 58045900	EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO	Edafología, 2 piso, 219
CLAVE DEL CURSO:	EDA-619	PRE-REQUISITOS:	Matemáticas

TIPO DE CURSO:

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-Práctico

PERIODO:

- Primavera  
 Verano  
 Otoño

SE IMPARTE A :

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

MODALIDAD:

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

CRÉDITOS: 3 (tres)

HORAS

HORAS PRÁCTICA:

TEORÍA:

Presenciales 39  
 Extra clase 126  
 Total 192

LABORATORIO 27  
 CAMPO \_\_\_\_\_  
 INVERNADERO \_\_\_\_\_

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

---

Conceptualizar los procesos fisicoquímicos del suelo que permiten su funcionalidad y las condiciones de equilibrio químico, físico y termodinámico.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
4.5 Presenciales	<p><b>Tema I</b> Leyes de los gases</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ley de Boyle</li> <li>2. Ley de Charles y Gay Lussac</li> <li>3. Ecuación de estado</li> <li>4. Ley de Dalton</li> <li>5. Escala absoluta de temperatura</li> <li>6. Ecuación general del estado gaseoso</li> <li>7. Tipos de variables</li> </ol>	El participante diferenciará las leyes de los gases ideales y su aplicación
4.5 Presenciales	<p><b>Tema II</b> La teoría cinética molecular</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Teoría cinético molecular</li> <li>2. Derivación de la ecuación de un gas ideal según la teoría cinético molecular</li> <li>3. Energía de traslación de un gas</li> <li>4. Cálculo de peso molecular de los gases</li> <li>5. Desviación del comportamiento del gas ideal</li> <li>6. Punto crítico de un gas</li> <li>7. Volumen excluible</li> <li>8. Ecuación de van der Waals</li> </ol>	El participante estructurará la teoría cinético molecular de los gases a partir de su comportamiento macroscópico
6 presenciales	<p><b>Tema III</b> La termodinámica</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Concepto y campo de la termodinámica</li> <li>2. Conceptos y escalas de temperatura</li> <li>3. Ley cero</li> <li>4. Deducción de la escala de presión</li> <li>5. Primera ley</li> <li>6. Procesos isotérmicos e isobáricos</li> <li>7. Conceptos de entalpía, capacidad</li> </ol>	El participante diferenciará los conceptos de termodinámica y procesos químicos en soluciones.

	<p>calorífica</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Capacidad térmica de los gases</li> <li>9. Segunda ley</li> <li>10. Termoquímica, entropía</li> <li>11. Energía libre de Gibbs</li> <li>12. Equilibrio químico</li> <li>13. Potencial químico</li> <li>14. Tercer ley</li> </ol>	
3 Presenciales	<p><b>Tema IV</b> Fenómenos de superficie</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tensión superficial</li> <li>2. Emulsiones y sus propiedades</li> <li>3. Propiedades coligativas</li> <li>4. Adsorción</li> <li>5. Biosorción</li> <li>6. Cálculo de los cambios de energía, entalpía y entropía</li> </ol>	El participante definirá los procesos de superficie y su importancia en el suelo.
3 Presenciales	<p><b>Tema V</b> Sorción en el suelo y biomasa</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atracción electrostática de iones</li> <li>2. Modelos capa doble difusa</li> <li>3. Tratamiento cualitativo</li> <li>4. Modelos para los fenómeno de adsorción en los suelos</li> <li>5. Biosorción</li> <li>6. Adsorción aniónica</li> <li>7. Adsorción vs Precipitación</li> <li>8. Factores de capacidad e Intensidad y sus aplicaciones</li> </ol>	El participante comparará los modelos para representar la retención y aporte de elementos en la superficie coloidal.
3 Presenciales	<p><b>Tema VI</b> Soluciones ideales</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ley de Raoult</li> <li>2. Ley de Henry</li> <li>3. Termodinámica de soluciones ideales</li> <li>4. Presión de las soluciones</li> <li>5. Implicaciones para los organismos</li> <li>6. La estructura del agua cerca de la superficie mineral</li> </ol>	El participante conceptualizará las leyes que rigen el equilibrio de fases en sistemas ideades y su desviación

3 Presenciales	<b>Tema VII</b> Termodinámica de la solución del suelo <b>Subtemas:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variables de estado y potenciales termodinámicos</li> <li>2. Equilibrio químico en la solución del suelo</li> <li>3. Actividad y coeficientes de actividad</li> <li>4. Presión osmótica</li> <li>5. Equilibrio del intercambio</li> <li>6. Especies en soluciones nutritivas</li> <li>7. Estabilidad en fases sólidas</li> </ol>	El participante revisará la importancia de la solución del suelo.
4 Presenciales	<b>Tema VIII</b> Potencial eléctrico en los suelos <b>Subtemas:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Actividad de electrones y protones</li> <li>2. Radicales libres en el suelo y agua</li> <li>3. Las enzimas y la catálisis</li> <li>4. Hierro y manganeso claves para la vida</li> <li>5. Interfaces donde ocurren las reacciones</li> <li>6. Métodos empíricos para la caracterización de potencial redox</li> </ol>	El participante reconocerá las reacciones de oxidación y reducción.
6 Presenciales	<b>Tema: IX</b> Dinámica: Cinética y mecanismos de reacción en la interfase agua-minerales <b>Subtemas:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Escalas de tiempo de los procesos químicos del suelo</li> <li>2. Modelos cinéticos</li> <li>3. Métodos de estudio</li> <li>4. Cinética de reacciones importantes en los minerales</li> <li>5. Disolución de óxidos</li> </ol>	El participante explicará las implicaciones de la química de superficie en el uso agronómico del suelo.
2 Presenciales	<b>Tema: X.</b> Manipulación de la materia a nivel molecular <b>Subtemas:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las nanopartículas naturales en el suelo</li> <li>2. Nanopartículas sintéticas y variación en sus propiedades</li> <li>3. Usos de las nanopartículas</li> <li>4. Riesgos potenciales y limitantes en su aplicación.</li> </ol>	El participante reconocerá el comportamiento de la materia a nivel molecular y su importancia en la tecnología.

LISTA DE PRÁCTICAS (TITULO, OBJETIVOS PUNTUAL, NUM. DE HORAS)
---

Titulo	Objetivo: Que los participantes conceptualice a través de:	Horas 27
1. Constante de hidrólisis: métodos colorimétrico	describir el experimento para determinar la constante de hidrólisis de una sal mediante la medición del pH de esta sal en una solución de concentración conocida.	4
2. Adsorción en el suelo	Evaluar la absorción del ácido acético sobre la superficie del carbón activado y reconocerá dos de los modelos empíricos de mayor uso para la descripción de los datos.	3
3. Determinación del Potencial fosfato	Evaluar el potencial fosfato del suelo, en equilibrio con una solución electrolítica del suelo.	4
4. Cinética de una reacción	Diagnósticar el efecto de la temperatura sobre la velocidad de una reacción de hidrólisis.	3
5. Curvas de capacidad/intensidad (Q/I) para potasio	establecer la relación capacidad e intensidad del suelo para predecir la disponibilidad del potasio para las plantas.	4
6. Determinación de la fórmula de un complejo por espectrofotometría	evaluar la utilidad de usar el método de Job para determinar la fórmula de un complejo.	3
7. Desorción de fósforo	juzgar la no singularidad de algunos de los procesos del suelo como la adsorción y desorción.	3
8. Especiación en una solución nutritiva	inferir las especies químicas presentes en una solución nutritiva, a partir de su composición.	3

<b>RECURSOS DIDÁCTICOS</b>
----------------------------

Exposición frente al grupo Seminarios preparados por los estudiantes Lectura de textos y artículos científicos Resolución de problemas en clase Discusión en grupo Prácticas demostrativas
---

---

**NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN**

---

**Normas de evaluación**

Durante el curso se hará evaluación continua, con participación en clases, tareas y reportes de prácticas al instructor.

Las tareas serán entregadas a la siguiente sesión de la fecha en que se asignen.

**Procedimiento de evaluación**

La evaluación de la asignatura será continua por medio de:

- a) Exámenes temáticos escritos (70%),
- b) Tareas (10%),
- c) Reportes de prácticas (10%),
- d) Preparación de un seminario oral (10%).

---

**BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA (AUTOR, AÑO, TÍTULO, EDITORIAL, FECHA, EDICIÓN)**

---



---

## Literatura básica

- Barros N., S. Feijoo, A. Simon, S.A. M. Critter and C. Aroldi. 2001. Interpretation of the metabolic enthalpy changes AAH calculated for microbial growth reactions in soils. *J. Thermal Anal. Calorimetric.* 63: 577 – 588.
- Bolt G. H. 1982. *Soil Chemistry. B. Physico-chemical models.* Elsevier. Pp. 527.
- Barrow G. M. 1976. *Química física para las ciencias de la vida.* Editorial Reverté, S. S. Madrid. pp. 459.
- Castelan G. W. 1987. *Fisicoquímica.* 2ª ed. Pearson Educación. Mexico.
- Castellan G.W. 1982. *Fisicoquímica: problemas resueltos.* F.E. Interamericano. pp. 543.
- Chang R. 2008. *Fisicoquímica.* 3a ed. Aula magna ed. Madrid. pp. 1017.
- Daniels F. y R. A. Alberty. 1975. *Fisicoquímica.* Compania Editorial CECSA. México.
- Levine I. 2004 *Fisicoquímica,* 3 ed. vol 1. McGrw Hill. Madrid España.
- Roy, W. R., Krapac, I. G., Chou, S. F. J., and Griffin, R. A. 1991. Batch-type Procedures for Estimating Soil Adsorption of Chemicals. USEPA. Wash. pp. 99.
- Sparks D. 1999. *Soil Physical Chemistry.* 2<sup>nd</sup> ed. CRC Press. Boca Raton. USA. Pp. 409.
- Sposito G. 1984. *The surface chemistry of soils.* Oxford University Press. Cal. USA. pp. 234.
- Volesky, B. 2007. Biosorption and me. *Water Research* 41: 4017-4029.

## Literatura recomendada

- Barros N., S. Feijoo, A. Simon, S.A. M. Critter and C. Aroldi. 2001. Interpretation of the metabolic enthalpy changes AAH calculated for microbial growth reactions in soils. *J. Thermal Anal. Calorimetric.* 63: 577 – 588.
- Bi S., S. An, W. Tang, R. Xue, L. F. Liu. 2001. Computer simulation of the distribution of aluminium speciation in equilibrium with the mineral phase imogolite. *J. Inorg. Bioche.* 87: 97 - 104.
- Carrillo González R, Ma del Carmen González Chávez J. A. Aitkenhead-Peterson, J.M. Hons, R.H. Loeppert. 2013. Extractable DOC and DON from a dry-land long-term rotation and cropping system in Texas, USA. *Geoderma.*
- Cances B., M. Ponthieu, M. Castrec-Rouelle, E. Aubry, M. F. Benedetti. Metal ions speciation in a soil and its solution: experimental data and model results. *Geoderma* 113: 341 – 355.
- Cheng H.H. 1990. Pesticides in the soil environment: processes, impact, and modeling. *SSSA Book Series: 2.* Wi. USA. pp. 530.
- Cisternas L. 2006. Diagramas de fases y su aplicación. Editorial Reverté, S. S. Madrid. pp. 459.
- Degioanini A., E. Bricchi y E. Hampp. 2008. Energía en la formación de los suelos: aspectos teóricos y metodológicos para su evaluación. *Suelo* 26: 81 – 88.
- Foo K. Y. y B. H. Hameed. 2009. Insights into the modeling of adsorption isotherm systems. *Chemical Engineering Journal* 156: 2-10.
- Gramados Correa F., J. Bonifacio Martínez y J. Srrano Gómez. 2009. Estudio cinético y termodinámico de la adsorción de Cr (VI) presente en solución acuosa sobre fosfato de calcio sintético. *Rev. Soc. Quím. Perú* 75: 201-212.
- Kiem R., I. Kögel-Knabner. 2002. Refractory organic carbon in particle size fractions of arable soils
- Morton W. M. 1983. Proceeding of a workshop “Response of agricultural soils to acid deposition” 12-13 May 1981. *Environmental and Exp. Bot.* vol. 23.
- Mulder J. and Cresser M.S. 1994. Soil and soil solution chemistry. In: *Biogeochemistry of small catchments: a tool for environmental research.* Moldan B. and J. Cemy. Eds. John Wiley & Sons.
- organic carbon storage and turnover. *Nature* 389:170-173.
- Perkin Elmer Corporation. (1996). *Métodos analíticos para espectroscopia de absorción atómica.* Estados Unidos de America. pp. 297.
- Rumping H. H. Pin, C. Zhaohui, Z. Zhenhui, T. Mingsheng. 2008. Kinetics and isotherms of neutral red adsorption on peanut husk. *J. Environ. Sci.* 20: 1035 – 1041.
- Sapek . 2013. Calcium and magnesium uptake with the yield of meadow vegetation in relation to their content in atmospheric precipitation, ground water and soil solution. *J. Water land Develop.* 18: 73-83.
- Schwertmann U. 1991. Solubility and dissolution of iron oxides. *Plant and Soil* 130:1–25.
- Sparks D. L. 1995. *Environmental soil chemistry.* Academic Press. pp. 267
- Torn M., S. Trumbore, O. Chadwick, P. Vitousek, D. Hendricks. 1997. Mineral control of soil
- Wienhold, B. J. 2005. Changes in soil attributes following low phosphorus swine slurry application to no-tillage sorghum. *Soil Sci. Soc, Am. J.* 69: 206-214.

Bu. X., L. Wang, Y. Huang. 2013. Effect of pore size on the performance of composite adsorbent. Adsorption. 19: 929 – 955.

## FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES

**TÍTULO DEL CURSO:** QUÍMICA AMBIENTAL

**CURSO:** PRESENCIAL

**PROFESOR TITULAR:** ROGELIO CARRILLO GONZÁLEZ

**CLAVE DE PROFESOR:** X01137

**COLABORADOR (ES):**

**(ANOTAR NOMBRE Y  
CLAVE DE CADA  
PROFESOR**

**CORREO ELECTRÓNICO:**

[crogelio@colpos.mx](mailto:crogelio@colpos.mx); [jaimecd@colpos.mx](mailto:jaimecd@colpos.mx);

**TELÉFONO:**

595-9520200 EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO Edafología, 2 piso, 219  
55- 58045900

**CLAVE DEL CURSO:**

EDA619

**PRE-REQUISITOS:**

### TIPO DE CURSO:

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-Práctico

### PERIODO:

- Primavera  
 Verano  
 Otoño

### SE IMPARTE A :

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

### MODALIDAD:

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

**CRÉDITOS:** 3 (cuatro)

### HORAS TEORÍA:

**Presenciales** 34  
**Extra clase** 128  
**Total** 192

### HORAS PRÁCTICA:

**LABORATORIO** 30  
**CAMPO**  
**INVERNADERO**

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

### OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Reconocer los fundamentos y avances sobre los procesos químicos del ambiente relacionados con la degradación del suelo, agua y biota, su uso e interpretación y solución de problemas.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
1.5 Presenciales	<b>Tema I</b> 1. Introducción al curso  <b>Subtemas:</b> 1.1 Conceptos clave 1.2 Impacto y contaminación 1.3 Tecnologías limpias 1.4 Sustentabilidad	Recordar los conceptos básicos para trabajar química húmeda
6 presenciales	<b>Tema II</b> 2. Métodos de estudios ambientales <b>Subtemas:</b> 2.1 Protocolo del muestreo 2.2 Muestreo y representatividad en espacio y tiempo 2.2 Contaminación y "polución" 2.3 Tipos y fuentes de contaminación. 2.4 Clasificación de contaminantes 2.5 Muestreo en suelos, agua y plantas: casos de estudio 2.6 Manejo de muestras de agua 2.7 Manejo de muestras de planta	Revisar los procedimientos de colección de muestras, con base en la representatividad y objetivos del proyecto.
4.5 Presenciales	<b>Tema III</b> 3. Contaminación del agua <b>Subtemas:</b> 3.1 Propiedades del agua 3.2 Variables indicadoras 3.3 Variables señaladas en las Normas y no incluidas 3.4 Comparación con otras reglas	Reconocer las variables indicadoras de calidad del agua, según la Norma Mexicana y otras regulaciones
4.5 Presenciales	<b>Tema IV</b> 4. Modificación en los ciclos de los elementos <b>Subtemas:</b> 4.1 Elementos potencialmente tóxicos y otros conceptos 4.2 Elementos metálicos: Hg, Cd y Cr 4.3 Metaloides: As y Se. 4.4 Interacción salinidad y EPT 4.5 Factores que controlan su solubilidad. 4.6 Especiación y fraccionamiento. 4.7 Isótopos radioactivos	Describir los procesos de ingreso al suelo y factores de influencia en su entrada en la cadena trófica.
3 Presenciales	<b>Tema V</b> 5. Hidrocarburos en el ambiente <b>Subtemas:</b> 5.4 La era del carbono 5.5 Hidrocarburos alicíclicos y cíclicos 5.6 Grupos funcionales 5.7 Plaguicidas y detergentes 5.8 Moléculas recalcitrantes 5.9 Interacción entre moléculas 5.10 Carbono y cambio climático	Describir las fuentes y rutas de exposición a hidrocarburos; particularmente a moléculas persistentes en sedimentos y suelos.

3 Presenciales	<p><b>Tema VI</b></p> <p>6. Transporte y movilidad de contaminantes</p> <p><b>Subtemas:</b></p> <p>6.1 Procesos que controlan su disponibilidad</p> <p>6.2 Sorción, precipitación, oclusión</p> <p>6.3 Tasa de liberación, coeficiente de equilibrio</p> <p>6.4 Métodos de estudio y mecanismos</p> <p>6.5 Elementos básicos para el modelaje</p>	Reconocer los procesos y factores que afectan la dispersión de contaminantes en la atmósfera y en sistemas porosos y sus consecuencias.
4.5 Presenciales	<p><b>Tema VII</b></p> <p>7. Toxicología</p> <p><b>Subtemas</b></p> <p>7.1 Accesibilidad y disponibilidad</p> <p>7.1 Rutas de exposición</p> <p>7.2 Tipos de exposición</p> <p>7.3 Límites permisibles, respuestas en los seres vivos</p> <p>7.4 Efectos en los organismos</p> <p>7.5 Interacción entre compuestos</p> <p>7.6 Los nanocompuestos: riesgo de exposición</p> <p>7.7 Bioindicadores</p> <p>7.8 Biomonitorio</p>	Describir los criterios de toxicidad y riesgos de exposición a contaminantes y los efectos en los organismos.
2 Presenciales	<p><b>Tema VII</b></p> <p>8. Residuos y su manejo</p> <p><b>Subtemas</b></p> <p>8.1 Clasificación de residuos</p> <p>8.2 Código CRETIB</p> <p>8.3 Legislación de su manejo</p> <p>8.4 Opciones para mitigar su impacto</p> <p>8.5 Los biosólidos en la agricultura</p>	Discutir los procedimientos generales de manejo de residuos.
3 Presenciales	<p><b>Temas</b></p> <p>9. Descontaminación de suelos</p> <p><b>Subtemas VIII</b></p> <p>9.1 Procedimientos convencionales (físicos y químicos)</p> <p>9.2 Atenuación natural</p> <p>9.3 Fitorremediación, fitoextracción y fitoestabilización.</p> <p>9.4 Factores controlables del suelo</p>	Reconocer los métodos convencionales de descontaminación de suelos y las tecnologías emergentes
2 Presenciales	<p><b>Tema</b></p> <p>10. Seminarios de investigación documental</p>	

---

## LISTADE PRÁCTICAS

Titulo	Objetivo: Que los participantes aprendan a través de:	Horas 30
1. Muestreo de suelos y aguas	Reproducir el procedimiento de muestreo de suelos y aguas contaminadas.	3
2. Medidas electrométricas del agua	Reproducir los procedimientos de medición de pH, CE, STD, turbidez y O <sub>2</sub> disuelto, para cuantificar la calidad del agua.	3
3. DQO	Reproducir el procedimiento medición de la demanda química de oxígeno	3
4. Alcalinidad y acidez	Reconocer las técnicas de titulación para estimar la alcalinidad y acidez del agua	2
5. Dureza	Describir el procedimiento para determinar la dureza en el agua.	2
6. Nitratos	Dar ejemplo de los procedimientos de cuantificación de la capacidad de nitratos y amonio	2
7. Fósforo	Dar ejemplo de los procedimientos de cuantificación del fósforo soluble y total en el agua	4
8. EPT en vegetales	Describir y reproducir un procedimiento de mineralización de tejido vegetal para cuantificar metales.	3
9. EPT en suelos	Distinguir las formas químicas de EPT en el suelo	3
10. Análisis de hidrocarburos: Cromatografía de gases	Reconocer los procedimientos de medición de hidrocarburos clorados por cromatografía de gases masas.	3
11. Transporte de contaminantes	Dar ejemplo de los procedimientos para el estudio del transporte de solutos contaminantes	2

## RECURSOS DIDÁCTICOS

Exposición frente al grupo  
Seminarios preparados por los estudiantes  
Lectura de textos y artículos científicos  
Resolución de problemas en clase  
Revisión y discusión de videos  
Discusión en grupo  
Prácticas demostrativas

## NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Normas de evaluación

Durante el curso se hará evaluación continua, con participación en clases, tareas y reportes de prácticas al instructor.

Las tareas serán entregadas a la siguiente sesión de la fecha en que se asignen.

Procedimiento de evaluación

La evaluación de la asignatura será continua por medio de:

- Exámenes temáticos escritos (70%),
- Tareas (10%),
- Reportes de prácticas (10%),
- Preparación de una clase del alguno de los temas del programa del curso (10%).

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Literatura Básica**

- Alloway, B. J. 1994. Heavy metals. Blackie academic & professional. London, UK.
- Alloway, B. J. y D. C. Ayres. 1997. Chemical principles of environmental pollution. Blackie academic & professional. London, UK.
- Fifield E. W. y P. J. Haimes. 1997. Environmental analytical chemistry. Blackie Academic & Professional. London, UK. pp. 424.
- Kabata- Pendias, H. y Pendias.H. 1984. Trace elements in soils and plants. CRC Press. Flo.
- Manahan S. E. 1989. Environmental Chemistry. Lewis Publ. Boca Raton, USA. pp. 300.
- Manahan S. E. 1997. Environmental Science and Technology. Lewis Publ. Boca Raton, USA. pp. 641.
- Radojevic, M. y V. N. Bashkin. 1999. Practical environmental analysis. RSC. Cambridge, UK.

### **Literatura recomendada**

- Morton W. M. 1983. Proceeding of a workshop "Response of agricultural soils to acid deposition" 12-13 May 1981. Environmental and Exp. Bot. vol. 23.
- Reeve, R. N. 1994. Environmental analysis. John Wiley & sons. Chinchester.
- Rowell D. L. 1996. Soil Science. Methods & Aplications. Longman. Edinburgh, UK. Pp. 350.
- Roy W.R., L. C. Krapac, S.F.J. Chou y R. A. Griffin. 1991. Batch Type Procedure for estimation soil adsorption of chemicals. EPA. Cincinati, Ohio, USA. pp. 96.
- Sparks, D. 1995. Environmental chemistry. Academic Press. Sn Diego.
- Visser. W. J. F. 1994. Contaminated land policies in some industrialized countries. Technische commissie bondembescherming. The Hague.
- Cheng H.H. 1990. Pesticides in the soil environment: processes, impact, and modeling. SSSA Book Series: 2. Wi. USA. pp. 530.

### **Webgrafía:**

- United States. Environmental Protection Agency. Disponible en: <http://www.epa.gov/>
- PROFEPA. Dirección e: <http://www.profepa.gob.mx/PROFEPA/AuditoriaAmbiental/>





**TÍTULO DEL CURSO: CLASIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE TIERRAS**

**PROFESOR TITULAR:** CARLOS ALBERTO ORTIZ SOLORIO

**CLAVE DE PROFESOR:** X00264

**CORREO ELECTRÓNICO:** [ortiz@colpos.mx](mailto:ortiz@colpos.mx)

**TELÉFONO:** (595) 95 – 11474      **EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO:** EDAFOLOGÍA/ 3ª / 324

**CLAVE DEL CURSO:** EDA621

**PRE-REQUISITOS:** EDAFOLOGÍA

**TIPO DE CURSO:**

- Teórico
- Práctico
- Teórico-Práctico

**PERIODO:**

- Primavera
- Verano
- Otoño

**SE IMPARTE A :**

- Maestría en Ciencias
- Doctorado en Ciencias
- Maestría Tecnológica

**MODALIDAD:**

- Presencial
- No presencial
- Mixto

CRÉDITOS: 3

**HORAS TEORÍA HORAS PRÁCTICA**

**Presenciales 49**  
**Extra clase 31**

**LABORATORIO 68**  
**CAMPO 52**

**Total 200**

INVERNADERO

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO:**

Capacitar a los estudiantes en las técnicas para la Cartografía de Inventarios de Tierras y Suelos, desde el nivel nacional hasta el comunitario, haciendo uso del Conocimiento Local y de Procedimientos de aceptación Internacional.

<b>HORAS ESTIMADAS</b>	<b>TEMAS Y SUBTEMAS</b>	<b>OBJETIVOS DE LOS TEMAS</b>
1.0	<b>1. Introducción</b> Enfoque, propósitos y objetivos del curso.	Explicar el enfoque del curso a partir de la situación nacional.
14.0	<b>2. Levantamiento fisiográfico</b> Concepto de Tierra. Problemas en la Clasificación de Tierras. Sistemas de Clasificación de Tierras. Requisitos de la Clasificación. Características de las Fotografías Aéreas y las Imágenes de Satélite. Sistema de Clasificación Fisiográfico. Metodología del Levantamiento Fisiográfico. Presentación de resultados. Usos y aplicaciones del Levantamiento Fisiográfico.	Mostrar y enseñar un procedimiento cartográfico regional, para emplearlo como marco de referencia geográfico para la planeación del uso de la tierra.
20.0	<b>3. Levantamientos de suelos</b> Historia de la Ciencia del Suelo. Evolución de la Ciencia del Suelo en Estados Unidos y en México. Concepto de Suelo y su Caracterización. Descripción de Perfiles y Nomenclatura de Horizontes. Generalidades de los Levantamientos de Suelos. Escala y Materiales cartográficos. Metodología de los Levantamientos de Suelos. Control de Calidad. Clasificaciones Interpretativas de Suelos. Los Suelos de México y del Mundo. Procedimientos modernos de Cartografía.	Dar a conocer las bases teóricas de aceptación mundial para la elaboración de estudios de suelos y su utilidad.
14.0	<b>4. Estudios etnoedafológicos</b> El Conocimiento Tradicional y el Conocimiento Científico. Concepto de Etnoedafología. Corrientes Etnoedafológicas. Corriente Histórica. Corrientes Actuales. Taxonomía Local de Clases de Tierras. Utilidad de la Clasificación Local de Tierras. Cartografía de Clases de Tierras a Nivel Parcelario. Trabajos Recientes.	Mostrar la importancia del conocimiento local o nativo, para la planeación del desarrollo comunitario

## LISTA DE PRÁCTICAS

- 1. Materiales Cartográficos.** Mostrar y familiarizar al estudiante con las fotografías aéreas e imágenes de satélite en falso color. Enseñar a trabajar con la herramienta Google.maps en Internet. Efectuar pruebas de visión estereoscópica. Elaborar mosaico de un municipio. Duración: 10 Horas.
- 2. Trazo de Sistemas Terrestres y Facetas.** Delimitar sobre los mosaicos municipales los sistemas terrestres y facetas que los integran. Realizar un recorrido de campo en los alrededores del Colegio para apreciar el significado real de un sistema terrestre y una faceta directamente en el campo. Duración: 16 Horas.
- 3. Muestreo de Facetas.** Seleccionar sobre el terreno sitios de muestreo y explicar el procedimiento para la generación de información sobre tierras. Duración: 8 Horas.
- 4. Resultados del Levantamiento Fisiográfico.** Especificar las convenciones para la presentación de resultados. Enseñar la elaboración de maquetas y de pares estereoscópicos. Duración: 10 Horas.

5. **Descripción de Perfiles en el Campo.** Enseñar a excavar pozos; capacitar al estudiante en el uso de manuales; establecer la nomenclatura de horizontes genéticos y definir características diferenciadoras de suelos. Duración: 8 Horas.
6. **Diseño de un Muestreo Sistemático en un Ejido.** Explicar y elaborar una estrategia de muestreo en una cuadrícula de 1 cm por lado y Planear la etapa de recorrido de campo. Duración. 8 Horas.
7. **Cartografía de Suelos.** Enseñar a definir características distintivas de suelos y como barrenar. Explicar la comprobación de linderos. Duración: 10 Horas.
8. **Evaluación de la Calidad de un Mapa de Suelos.** Realizar la evaluación de un mapa de suelos, efectuando una estrategia óptima de muestreo y seleccionando aleatoriamente sitios de observación. Duración: 8 horas.
9. **Elaboración de un Mosaico de un Ejido.** Establecer la escala más detallada que se puede obtener en la herramienta de Google.maps y elaborar un mosaico de un ejido de la región. Recorrer la zona de estudio. Duración: 10 horas.
10. **Cartografía de Clases de Tierras.** Realizar un recorrido con productores de un ejido para definir los linderos de clases de tierras. Duración: 16 horas.
11. **Fotointerpretación de Clases de Tierras.** Transferir linderos de clases de tierras sobre fotografías aéreas y generar patrones de fotointerpretación de las diferentes clases. Generalizar su aplicación en una región y comprobación de resultados en el campo. Duración: 16 horas.

#### RECURSOS DIDÁCTICOS

Se cuenta con presentaciones en Power Point para la impartición de clases de diferentes temas, Apuntes y sitios en Internet para la obtención de materiales.

#### NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Es obligatoria la asistencia de estudiantes por lo menos 80% de las sesiones.

Se realizan tres exámenes parciales cuyo promedio constituye 60% de la calificación final, 40% restante se obtiene con las prácticas y la realización de tareas.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### LEVANTAMIENTO FISIAGRÁFICO

Christian, C. S. and G. A. Stewart. 1968. Methodology of Integrated Surveys. Proc. UNESCO Conf. Principals Methods Integrating Aerial Studies Nat. Res. Potential Development, Toulouse. Pp. 233-280.

Ortiz S., C. A. 2005. Metodología del Levantamiento Fisiográfico: Un Sistema de Clasificación de Tierras. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 86 p.

Webster, R. and P. H. T. Beckett. 1970. Terrain Classification and Evaluation Using Air Photography: A Review of Recent Work at Oxford. Photogrammetria, 26: 51-75.

SEMARNAT – CP, 2002. Evaluación de la Degradación del Suelo causada por el Hombre en la República Mexicana. Escala 1: 250,000. Memoria Nacional. Publicaciones Diamante, San Vicente Chicoloapan, Edo. de México.

##### LEVANTAMIENTO DE SUELOS

Boul, S. W., F. D. Hole and R. J. McCracken. 1980. Soil Genesis and Classification. Second Edition. The Iowa State University Press. Ames. 404 pp.

Ortiz S., C. A. y Ma. Del C. Gutiérrez C. 1999. Fundamentos de Pedología. Especialidad de Edafología, Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 104 p.

Soil Survey Staff. 1984. Soil Survey Manual. USDA.Govt. Printing Office, Washington, D. C. 332 pp. (Edición de 1993 disponible en Internet).

#### LEVANTAMIENTOS ETNOEDAFOLÓGICOS

Barrera B., N. and J. A. Zinck. 2000. Ethnopedology in a Worldwide Perspective: An Annotated Bibliography. ITC publication Number 77, Enschede, The Netherlands.637 pp.

Licona V., L. A., C. A. Ortiz S. Y D. Pájaro H. 1993. El Uso de la Fotointerpretación en la Cartografía de clases de Tierras Campesinas. Rev. Geografía Agrícola No. 18: 85-93.

Tabor, J. A. 1992. Ethnopedological Surveys: Soil Surveys that incorporate Local Systems of Land Classification. Soil Survey Horz. 33 (1): 1-5.

Williams, B. J. and C. A. Ortiz S. 1981. Middle American Folk Soil Taxonomy. Annals of the American Geographers 71 (3): 335-358.

**TÍTULO DEL CURSO:** CLASIFICACIÓN DE SUELOS

**PROFESOR TITULAR:** MA DEL CARMEN GUTIERREZ CASTORENA

**CLAVE DE PROFESOR:** X00493

**COLABORADOR (ES):** \_\_\_\_\_  
(ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR)

**CORREO ELECTRÓNICO:** castor@colpos.mx

**TELÉFONO:** 5959511474 EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO EDAFOLOGÍA/1/227

**CLAVE DEL CURSO:** EDA622 PRE-REQUISITOS: \_\_\_\_\_

**TIPO DE CURSO:**

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-Práctico

**PERIODO:**

- Primavera  
 Verano  
 Otoño

**SE IMPARTE A :**

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

**MODALIDAD:**

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

**CRÉDITOS:** 3

**HORAS TEORÍA:** 48

**Presenciales** 48 (REGULARES)

**Extra clase** 96 (EN LABORATORIO)

**Total** 192

**HORAS PRÁCTICA SEMANA:** \_\_\_\_\_

**LABORATORIO CAMPO** 48

**INVERNADERO** \_\_\_\_\_

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

**OBJETIVOS DE LOS TEMAS**

1. Introducir a los estudiantes al conocimiento de las propiedades físicas, químicas, ópticas y cristalográficas de los minerales del suelo, así como las diferentes técnicas para su identificación e interpretación.
2. Proporcionar a los estudiantes las bases de mineralogía y su relación con las diferentes condiciones ambientales.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS
2.5	1.Introducción y conceptos básicos de mineralogía
8	2.Geometría cristalográfica
6	3.La Física y la Química de los minerales
9	4.Mineralogía óptica
6	5.Métodos para la identificación de los minerales
9	6.Mineralogía descriptiva
3	7.Análisis de difracción de rayos X
10	9.Significancia ambiental
TOTAL 48	

## CONTENIDO

### 1. Introducción (1 h)

- 1.1. La mineralogía dentro de los estudios de la ciencia del suelo
- 1.2. La mineralogía dentro de la Génesis. Clasificación, Fertilidad y Química de Suelo

### 2. Conceptos básicos de mineralogía (1.5 h)

- 2.1. Minerales
- 2.2. Cristales
- 2.3. Cristales homogéneos isotrópicos y anisotrópicos

### 3. Geometría Cristalográfica (8 h)

- 3.1. Cristalografía
- 3.2. Morfología del cristal
- 3.3. Ley de constancia de los ángulos
- 3.4. Simetría
  - Centro de simetría
  - Morfología del cristal
  - Ejes de simetría
- 3.5. Clases de cristales y sistemas
  - Sistema cúbico
  - Sistema tetragonal
  - Sistema trigonal o hexagonal
  - Sistema ortorrómbico
  - Sistema monoclinico
  - Sistema triclinico
- 3.6. Los índices de Miller y la ley de Gauy
- 3.7. La forma del cristal
- 3.8. Maclas

### 4. La física y la química de los minerales (6 h)

- 4.1. La química de los minerales. Principios generales
  - Enlaces químicos
  - Tamaño de los iones y el número de coordinación
  - Sustitución atómica
  - Polimorfismo

- Pseudomorfismo
- 4.2. Los lálices del cristal (Introducción)
  - Tipo P
  - Tipo C
  - Tipo F
  - Tipo I

- 4.3. Ejemplo de estructuras simples
  - Tipo A-1, A-2, A-3, A-4 y A-9
  - Tipo B-1
  - Tipo C-1

- 4.4. Minerales no cristalinos
  - Metamicticos
  - Amorfos

## **5. Mineralogía óptica (9 h)**

- 5.1. Luz polarizada y refractada (birrefringencia)

- Opticamente isotrópico
- Opticamente anisotrópico
- Birrefringencia

- Rayo ordinario
- Rayo extraordinario
- Indicatrix
- Eje óptico
- Uniaxial
- Biaxial

- 5.2. Observación de los minerales en luz polarizada

- Microscopio petrográfico
- Polarizador
- Analizador
- Color y pleocroísmo
- Relieve
- Forma, clavije e inclusiones

- 5.3. Observación de los minerales con polarizadores cruzados

- Birrefringencia
- Extinción
- Elongación – (positiva o negativa)

- 5.4. Observación de los minerales con polarizadores cruzados y con luz convergente

- Figura axial
- Signo óptico

## **6. Métodos para la identificación de los minerales (6 h)**

- 6.1. Introducción

- 6.2. Identificación de os minerales por métodos simples

- Forma del cristal
- Clavije
- Fractura
- Densidad
- Color
- Dureza
- Lustre

## **Mineralogía descriptiva (9 h)**

Elementos nativos

Sulfidos

Halidos (halita, silvita y carnalita)

Oxidos e hidróxidos (hematita, ilmenita, magnetita, geothita y gibbsita)

Carbonatos, nitratos y boratos (calcita, siderita, aragonita, dolomita, natrón, termonatrita, trona, malaquila y soda-niter)

Sulfatos (barita, celestia, anhidrita, ternardita, yeso, mirabilita y jarosita)

Fosfatos (apatita y vivianita)

Silicatos

Neosilicatos (olivina, granate, andalusita, silimanita, kianita y estauroлита)

Sorosilicatos (epidote)

Ciclosilicatos (turmalina)

Inosilicatos (piroxenos-augita; anfíboles-hornblenda)

Filosilicatos (estructura)

1.1(caolinita, halloysita y sepeentina)

2.1.(grupo del talco; grupo de las micas, moscovita, biotita, glauconita)

Espacio variable (montmorillonita)

Interestratificación (cloritas)

Tectosilicatos

Grupo de la sílice (cuarzo)

Grupo de los feldespatos (plagioclasas, potásicos)

Feldespatoides

Grupo de las zeolitas

Silicatos no cristalinos (ópalo, alofano y ferhidrita)

### **8. Análisis de difracción de rayos X (3 h)**

8.1 Introducción. El espectrum de los rayos X

8.2. Difracción de los rayos X en los cristales (Ley de Bragg)

8.3. Registro de la difracción de los rayos X

La fotografía de Lave

Método de rotación

Método de Debye y Sherrer

El difractómetro de los rayos X

Interpretación y uso de los diferentes métodos

### **9. Significancia ambiental (10 h)**

Factores que influyen en la composición mineralógica del material del suelo

Litologías del material parental

Litologías del material adyacente

Factor Hidráulico

Sobrevivencia postdeposicional

Autogénesis

Grados de Intemperismo

Estabilidad de cada especie mineral

Significancia ambiental

Clima

Drenaje

Vegetación y tipo de humus

## **PRACTICAS**

### **1. Identificación de los principales clases y sistemas cristalográficos (6 horas)**

2. Identificación de las propiedades químicas de los minerales (6 horas)

3. Identificación de los propiedades físicas de los minerales (3 horas)

4. Identificación de los minerales con el microscopio petrográfico (48)

5. Identificación de minerales con difracción de rayos X (30 horas)

Muestras en polvo

Muestras orientadas

6. Interpretación de todas propiedad de los minerales y su significancia ambiental (13 horas)



## EVALUACION

Teoría 70% y de tareas y prácticas 30%

Primer examen parcial (Capítulos 1 al 3)

Segundo examen parcial (Capítulos 4 al 6)

Tercer examen parcial (Capítulo 7 al 9)

Los exámenes se realizarán una semana después de haber finalizado el último capítulo.

## LITERATURA

- Dixon, J. B.; Weed, S. B. 1989. Minerals in soil environments. Soil Science Society of America Inc. (SSSA). Madison USA. 1244 pp.
- Dixon, J. B.; Schulze, D. G. 2002. Soil mineralogy with environmental applications. Soil Science Society of America Book Series No.7 Madison, USA. 866 pp.
- Pansu, M., J. Gautheyrou. 2006. Handbook of Soil Analysis Mineralogical, Organic and Inorganic Methods. Springer, Verlag.
- Huang Pan Ming, Yuncong Li, Malcolm E. Sumner. 2011. Handbook of Soil Sciences Properties and Processes. CRC Press.

**FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES**

TITULO DEL CURSO:		COLECCIONES DE SUELOS	
PROGRAMA DE POSTGRADO:		EDAFOLOGIA	
CURSO:		REGULAR	
PROFESOR TITULAR:		DR. CARLOS ALBERTO ORTIZ SOLORIO	
CLAVE DE PROFESOR:		X00264	
COLABORADOR (ES):			
(ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR)		DRA. MA. DEL CARMEN GUTIÉRREZ CASTORENA (X01682) Y M.C. PATRICIO SÁNCHEZ GUZMÁN (X03630)	
CORREO ELECTRÓNICO:		ortiz@colpos.mx	
TELÉFONO:	(595)95-11474	EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO	Edafología/3ª./324
CLAVE DEL CURSO:	EDA – 623	PRE-REQUISITOS:	Ninguno
TIPO DE CURSO:		PERIODO:	
<input type="checkbox"/>	Teórico	<input type="checkbox"/>	Primavera
<input type="checkbox"/>	Práctico	<input checked="" type="checkbox"/>	Verano
<input checked="" type="checkbox"/>	Teórico-Práctico	<input type="checkbox"/>	Otoño
SE IMPARTE A :		MODALIDAD:	
<input checked="" type="checkbox"/>	Maestría en Ciencias	<input checked="" type="checkbox"/>	Presencial
<input checked="" type="checkbox"/>	Doctorado en Ciencias	<input type="checkbox"/>	No presencial
<input type="checkbox"/>	Maestría Tecnológica	<input type="checkbox"/>	Mixto
CRÉDITOS:	3	HORAS PRÁCTICA:	
HORAS TEORÍA:		LABORATORIO	18
Presenciales	54	CAMPO	50
Extra clase	70	INVERNADERO	
Total	124	Total	68

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO** Enseñar a: Describir Perfiles de Suelos en el Campo; Designar Horizontes Genéticos; Explicar los procesos de formación que ocurren en el Suelo; Utilizar las bases generales para la Clasificación de Suelos; Elaborar Monolitos; Obtener Fotografías de suelos y sus paisajes; Realizar Exposiciones de Suelos, y; Evaluar las Aptitudes de los suelos a partir de los datos generados.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
2.0	<b>1. INTRODUCCIÓN GENERAL</b>	Describir el propósito Fundamental del curso.
2.0	<b>2. ESCALAS DE MEDICIÓN Y TÉCNICAS DE OBSERVACIÓN</b>	Dar a conocer los diferentes procesos y métodos para el estudio de los suelos.
9.0	<b>3. MATERIALES PARENTALES</b> Elementos, Minerales y Rocas. Determinación de minerales formadores de rocas. Clasificación de Rocas. Procesos de Intemperismo. Relación Rocas – Suelos.	Mostrar y aprender la diversidad de materiales parentales que tienen los suelos y sus transformaciones
9.0	<b>4. CONSTITUYENTES DEL SUELO Y SUS PROPIEDADES</b> Componentes Minerales (Arcillas) y Orgánicos de los suelos. Propiedades Físicas y Químicas. La materia orgánica en la Clasificación de Suelos. Propiedades Derivadas de los Suelos (Textura, Color y Moteados, Consistencia y Otras formaciones secundarias).	Conocer a los Constituyentes y propiedades de los suelos, la forma como se presentan en campo y su descripción.
3.0	<b>5. ESTRUCTURA Y POROSIDAD DEL SUELO</b> Tipos de estructuras y de poros. La Micromorfología. Génesis de las estructuras de los suelos y su importancia. Mejoramiento y deterioro de las estructuras del suelo.	Explicar el origen, formas tamaños y grados de desarrollo de las estructuras del suelo y su relación con la porosidad.
2.0	<b>6. POSIBILIDADES DE ENRAIZAMIENTO</b> Funciones de las raíces. Condiciones del suelo, sus limitantes y posibilidades de mejoramiento. Patrones de raíces en el suelo. Profundidad efectiva. Descripción de raíces.	Caracterizar las capas u horizontes de los suelos en función del desarrollo de las raíces de las plantas.
3.0	<b>7. AGUA, AIRE Y TEMPERATURA DEL SUELO</b> Agua del suelo: Niveles freáticos, Elevación capilar, Precipitación y Evapotranspiración, Conductividad Hidráulica, Proceso de Gleyzación. Aire del suelo. Temperatura del Suelo. Importancia y medición del agua, el aire y la temperatura del suelo. Regímenes de Temperatura y Humedad del suelo.	Aprender las características y la evaluación de las fases líquida y gaseosa del suelo. Determinar el Régimen de Humedad y de Temperatura de los suelos.
6.0	<b>8. LA GÉNESIS DEL SUELO Y EL DESARROLLO DE SUS PERFILES</b> Factores de Formación de Suelos. Procesos de Formación de Suelos: Físicos (Intemperismo y transporte de arcilla, y, Químicos: Reacciones, Plintización; Ferrolisis; Podzolización; Acidificación y acumulación de Sales. Procesos Biológicos. Influencia Humana.	Enseñar las teorías de la formación de horizontes a través de procesos específicos.
9.0	<b>9. DESCRIPCIÓN DE PERFILES Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> Información general del Sitio. Descripción de Horizontes del Suelo. Horizontes y Propiedades de Diagnóstico. Introducción a la Clasificación de Suelos: Taxonomía de Suelos y Sistema Mundial Referencial (WRB).	Discutir y aprender a utilizar diferentes manuales de campo para la descripción y muestreo de suelos. Conocer las bases para la Clasificación Científica de Suelos.





<b>NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN</b>
Normas de evaluación
La evaluación esta dividida en dos partes: 70 % de la calificación corresponde a tres exámenes parciales aplicados durante el cuatrimestre y el 30 % restante a las tareas, reportes de prácticas, y presentación de un monolito elaborado por el propio estudiante.
Procedimiento de evaluación
En la sesión de presentación del curso se da a conocer el calendario de exámenes, que son de opción múltiple o preguntas abiertas; Además se indican los periodos que tienen los estudiantes para entregar tareas (a la siguiente clase) y Reportes de prácticas (una semana después de su realización).





# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Programa de Estudios

<b>TÍTULO DEL CURSO</b>	<b>GEOMORFOLOGÍA APLICADA A LA CARTOGRAFÍA DE TIERRAS Y SUELOS</b>	
<b>PROFESOR TITULAR</b>	ENRIQUE OJEDA TREJO	
<b>CLAVE DE PROFESOR</b>	A01049	
<b>COLABORADOR (ES)</b>	DAVID PAJARO HUERTAS	
<b>CLAVE DE PROFESOR</b>	X00667	
	LENOM CAJUSTE BONTEMPS	
<b>CLAVE DE PROFESOR</b>	X01348	
<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>	<a href="mailto:enriqueot@colpos.mx">enriqueot@colpos.mx</a> , <a href="mailto:lenomcb@colpos.mx">lenomcb@colpos.mx</a> , <a href="mailto:dpajaro@colpos.mx">dpajaro@colpos.mx</a>	
<b>TELÉFONO</b>	9521660 Ext. 1276,1227,1264	Edificio/planta/número Edafología, 2,230, 2,225, 3,319
<b>Clave del curso</b>	EDA624	Pre-requisitos

### Tipo de curso:

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-práctico

### Periodo:

- Primavera  
 Verano  
 Otoño

### Se imparte a:

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

### Modalidad:

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

<b>Créditos</b>	2		
<b>Horas teoría</b>	32	<b>Horas práctica</b>	1
<b>Presenciales</b>	32	<b>Laboratorio</b>	16
<b>Extra clase</b>	96	<b>Campo</b>	16
<b>Total</b>		<b>Invernadero</b>	

Un crédito equivale a 64 horas totales (16 presenciales y 48 extra clase).

### OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Adquirir los conceptos básicos de geomorfología y de interpretación de imágenes para la cartografía de tierras y suelos con un enfoque geomorfológico que permita entender la relación paisaje suelo vegetación en base a la geomorfología de relieves estructural plegado, volcánico, denudacional y fluvial.



<b>Horas programadas</b>	<b>Temas y subtemas</b>	<b>Objetivos de los temas</b>
3.0	<b>1. Definición y conceptos básicos de geomorfología y fisiografía</b> - Definiciones de geomorfología y fisiografía - Análisis geomorfológico y fisiográfico	Definiciones de análisis geomorfológico y fisiográfico
3.0	<b>2. El paisaje terrestre</b> - El ciclo geológico - Procesos de Formación de la Corteza Terrestre	Describir de procesos de formación de rocas y relieves iniciales
3.0	<b>3. Evolucion del paisaje</b> - Agentes geomorfológicos y procesos morfodinámicos - Procesos denudativos - Tipos y formas de erosión - El ciclo de denudación	Identificar los Agentes geomorfológicos y descripción del ciclo de denudación y sus características
1.5	<b>4. Clasificación de geoformas</b>	Entender la clasificación de geoformas de relieve montañosos y aluviales
4.5	<b>5. Geoformas en relieve estructural plegado</b> - Anticlinal, sinclinal monoclinal - Espinazo y cuesta	Identificar y describir geoformas en relieve plegados
4.5	<b>6. Geoformas en relieve volcánico</b> - Escudo y estrato volcán - Volcanes de lavas - Conos de escorias - Coladas de lava	Identificar y describir geoformas en relieve volcánico
4.5	<b>7. Geoformas en relieve denudacional y karstico</b> - Paisajes erosionales - Relieve karstico	Identificar y describir geoformas en relieve denudacionales
3.0	<b>8. El levantamiento fisiográfico</b> - El enfoque del paisaje. - Definición de unidades de paisaje. - Delimitación de sistemas y facetas terrestres. - Descripción de unidades del paisaje	Describir del método fisiográfico delimitación y descripción de unidades terrestres

## PRÁCTICAS

La duración de las prácticas es 2 horas cada una para un total de 22 Horas.

Práctica 1 Identificación y descripción de unidades litológicas, estructurales y geomorfológicas a nivel nacional. Identificar, ubicar y describir las estructuras geológicas a nivel Nacional

Práctica 2. Interpretación visual de imágenes de satélite para identificación de Geoformas y procesos a nivel estatal. Describir el método de fotointerpretación y sus elementos para la interpretación geomorfológica.

Práctica 3. Métodos de fotointerpretación para identificar ambientes geomórficos en imágenes de satélite y/o fotografías aéreas.

Práctica 4. Delimitación y descripción de unidades geomorfológicas utilizando la carta geológica y relaciones Paisaje suelos Vegetación. Se delimitaran en imágenes de satélite en base a la carta geológica los paisajes y su relación con suelos y vegetación.

Práctica 5. Identificación de Geoformas en ambientes morfoestructurales. En base a fotointerpretación se delimitaran las geoformas morfoestructurales.

Práctica 6. Identificación de Geoformas en ambientes volcánicas. En base a fotointerpretación se delimitaran las geoformas volcánicas.

Práctica 7 Identificación de Geoformas en ambientes fluviales. En base a fotointerpretación se delimitaran las geoformas fluviales

Práctica 9 Aplicación del método fisiográfico en el Área de Influencia de Montecillo.

Práctica 10 Caracterización de sistemas y Facetas Terrestres.

Práctica 11 Elaboración del mapa fisiográfico en un Sistema de Información geográfico.

## RECURSOS DIDÁCTICOS

Curso teórico- Practico:

Método de enseñanza:

- Conferencia, práctica demostrativa, discusión, técnicas grupales, lecturas y tareas

Recursos Materiales Didácticos

- Imágenes fijas
- Material Impreso y Digital (libros, reportes, revistas y manuales).
- Material audiovisual.
- Material de laboratorio
- Software de cartografía.
- Servicios temáticos en la Web

## MÉTODOS DE ENSEÑANZA

- La asignatura se impartirá como un curso en aula, aplicando la conferencia, a práctica demostrativa y tareas (técnicas grupales, discusión)
- Las prácticas se desarrollarán en el Laboratorio de Cartografía, en base a objetivos y productos entregables.
- Se realizarán salidas de campo cuando la práctica lo requiera.

## EVALUACIÓN

### Procedimiento de evaluación

Teoría (valor en la Evaluación) 40 %. Los exámenes serán en línea de acuerdo con el siguiente calendario:

- Examen 1 Tema 1, 2 y 3. (Valor 30%)
- Examen 2 Tema 3,4, 5, 6 (Valor 35%)
- Examen 3 Temas 7,8, 9, 10 (Valor 35%)

Prácticas. Se evaluará en función a la entrega de los reportes de práctica (Valor en la Evaluación 40 %).

- Las primeras 10 prácticas equivalen al 70 % de la evaluación.
- La práctica 11 equivale al 30 % de la evaluación.
- 

Las lecturas y participación en clase equivalen al 20 % de la evaluación.

## BIBLIOGRAFÍA

Cook R, A. Warren. 1973. Geomorphology in deserts Ed Batsford. London UK.

Darrel and Valerie Weyman. 1977. Landshape process: An introduction to geomorphology. Ed George Allen and Unwin: N.Y

Eastman Ronald. 1995. Idrisi for windows User's Guide. Clark Labs. Wor.M.A

ITC. 1998. Ilwis for windows 2.1.Ed ITC. Enschede Net.

Ojeda T.E. 1992. Apuntes del Curso de Geomorfología (EDA 622) Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados.

Thornbury W.D. 1954. Principles of Geomorphology. John Wiley and sons. N.Y

Soeters R. 1976. Apuntes de clase de Geomorfología CIAF, Col.

Soto Mora C. 1990. Vocabulario Geomorfológico. Ed Inst Geografía UNAM, México.

Sparks, B.W. 1977. Geomorphology. Ed Longman press. N.Y

Thomas F.M Tropical Geomorphology. ED Mc Millan. N.Y

Tricart. 1972. The landforms of the humid tropics forest and Sabanas. Ed Longman Press, N.Y

Van Zuidam R.A and I Van Zuidam- Cancelado. 1985. Aerial photo interpretation in terrain analysis and geomorphological mapping. ITC, The Netherlands,

Zonnveled I.S. 1972. ITC textbook of photo-interpretation. ITC, enschede. The Netherlands.



## FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES

TITULO DEL CURSO:	<b>GENESIS Y CLASIFICACION DE SUELOS</b>		
PROGRAMA DE POSTGRADO:	Edafología		
CURSO:	Presencial regular		
PROFESOR TITULAR:	Ma. Del Carmen Gutiérrez Castorena Clave: X01682		
CLAVE DE PROFESOR	X01682		
COLABORADOR (ES):	Carlos Alberto Ortiz Solorio: X00264		
CORREO ELECTRÓNICO:	<a href="mailto:castor@colpos.mx">castor@colpos.mx</a> ; <a href="mailto:ortiz@colpos.mx">ortiz@colpos.mx</a>		
TELÉFONO:	595-9520200 55- 58045900	EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO	Edafología, 2 piso, 229
CLAVE DEL CURSO:	EDA-625	PRE-REQUISITOS:	

### TIPO DE CURSO:

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-Práctico

### PERIODO:

- Primavera  
 Verano  
 Otoño

### SE IMPARTE A :

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

### MODALIDAD:

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

<b>CRÉDITOS:</b>	3
<b>HORAS TEORÍA:</b>	3
<b>Presenciales</b>	48 (REGULARES)
<b>Extra clase</b>	48 (EN LABORATORIO)
<b>Total</b>	192

<b>HORAS PRÁCTICA:</b>	
<b>LABORATORIO</b>	48
<b>CAMPO</b>	48
<b>INVERNADERO</b>	

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

## OBJETIVOS

1. Integrar y relacionar los factores, procesos y propiedades del suelo a escala de paisaje, región y parcela.
2. Identificar las propiedades y características del suelo para designar rasgos de diagnóstico en las clasificaciones del suelo.
3. Caracterizar a los suelos de los sitios de investigación de los estudiantes y los ubique en un contexto global para la transferencia de tecnología.
4. Relacionar los rasgos de diagnóstico con los procesos y funciones del suelo.
5. Conocer y comparar las estructuras y diseños de los diferentes sistemas taxonómicos del suelo.
6. Aplicar los conocimientos de clasificación en estudios de evaluación de impacto ambiental, uso, manejo y conservación de suelos.
7. Comprender la información reportada en diferentes publicaciones y mapas de suelos y su relevancia y aplicación en disciplinas como agronomía, ecología, geología, ingeniería, biología e hidrología.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
1 Presenciales 1 Actividades	<p><b>Tema I</b> <b>Una introducción a la Clasificación del Suelo</b></p> <p><b>Subtemas:</b> El papel de la génesis y clasificación de los suelos La filosofía de la clasificación de suelos Las clasificaciones campesinas de tierras El fin utilitario de la clasificación de suelos</p>	Analizar e identificar
1 presenciales 3 Actividades	<p><b>Tema II</b> <b>Concepto y funciones del suelo</b></p> <p><b>Subtemas:</b> Definición del suelo El suelo como una roca alterada o regolita Funciones del suelo: Medio para el crecimiento de las plantas Almacenamiento y purificación de agua Reciclado de desechos. Habitat para los microorganismos Medio para la construcción (ingenieril)</p>	Conocer los diferentes conceptos de suelos. Analizar las diferentes funciones del suelo y su aplicación en estudios ambientales

<p>4 Presenciales 3 Actividades</p>	<p><b>Tema III</b> <b>Constituyentes del suelo y sus propiedades</b></p> <p><b>Subtemas:</b> Rocas y elementos                    Clasificación de Rocas                    Rocas ígneas                    Roca Sedimentaria                    Rocas metamórficas                    Rocas y el suelo                    Procesos de alteración (físicos, químicos y biológicos)                    Minerales del suelo                    Minerales primarios (silicatos, óxidos, sulfatos, carbonatos, sulfatos y fosfatos)                    Minerales secundarios (sesquióxidos, arcillas silicatadas, alófana)                    Materia orgánica                    Propiedades del suelo Físicas, Químicas y Biológicas</p>	<p>Reconocer los principales rasgos de las rocas por su origen y composición química rocas.</p> <p>Identificar los minerales en cada tipo de roca.</p> <p>Analizar las diferentes propiedades edáficas y su relación entre ellas.</p>
<p>1 Presenciales 3 Actividades</p>	<p><b>Tema IV</b> <b>Factores de formación de suelos</b></p> <p><b>Subtemas:</b> Material parental, clima, actividad biológica, tiempo, relieve</p>	<p>Reconocer e integrar los diferentes factores en la formación de suelo</p>
<p>3 Presenciales 6 Actividades</p>	<p><b>Tema V</b> <b>Procesos de formación de suelos</b></p> <p><b>Subtemas:</b> Argiluvación, melanización, antrosolitización, andosolitización, salinización, alcalinización, sodificación, podsolización, silificación, ferraltización, etc.</p>	<p>Analizar los 17 procesos de formación de suelos y su relación con los factores de formación</p>
<p>2 Presenciales</p>	<p><b>Tema VI</b> <b>Desarrollo histórico de la clasificación de suelos</b></p> <p>Influencia de Dokuchaiev  La Clasificación de Marbut  Las aproximaciones hasta la 7ª y la Taxonomía de Suelos  Desarrollo histórico del sistema FAO/Unesco hacia la WRB</p>	<p>Analizar el desarrollo histórico de la clasificación del suelo.  Conocer la estructura y diseño de los diferentes sistemas de clasificación de suelos.</p>

<p>3 Presenciales 3 Actividades</p>	<p><b>Tema VII</b> <b>Nomenclatura de los suelos</b></p> <p><b>Subtemas:</b> Criterios para dar nombre a los suelos Información complementaria para establecer una nomenclatura En Taxonomía de Suelos: Nomenclatura auto explicativa. Niveles jerárquicos En la Base de Referencia Mundial de Suelos</p> <p>Nomenclatura basada en términos tradicionales: Leyenda del mapa de suelos del mundo</p>	<p>Conocer los principales criterios en la asignación de nombres en Taxonomía de Suelos y la WRB</p>
<p>3 Presenciales 9 Actividades</p>	<p><b>Tema VIII</b> <b>Designación de horizontes genéticos</b></p>	<p>Reconocer la morfología del suelo para para designar los horizontes genéticos</p>
<p>10 Presenciales 15 Actividades</p>	<p><b>Tema IX</b> <b>Taxonomía de Suelos</b> Horizontes y propiedades de diagnóstico para suelos inorgánicos y orgánicos Metodología para clasificar a un suelo</p> <p><b>Subtemas:</b> Descripción general, definición, génesis, clasificación a nivel de suborden, grandes grupos y subgrupos. Entisoles Vertisoles Inceptisoles Aridisoles Molisoles Spodosoles Alfisoles Ultisoles Oxisoles Histosoles Andosoles Gelisoles</p>	<p>Analizar, interpretar u designar a través de datos de campo y de laboratorio los horizontes de diagnóstico.</p> <p>Identificara los principales procesos de formación de cada tipo de suelos</p>

10 Presenciales 15 Actividades	<b>X</b> <b>Base de Referencia Mundial de Suelos</b> Horizontes y propiedades de diagnóstico para suelos inorgánicos y orgánicos Metodología para clasificar a un suelo  <b>Subtemas</b> Desarrollo histórico El objetivo y principios básicos Arquitectura Reglas para clasificar a un suelo Calificadores primarios y secundarios Suelos enterrados Horizontes y propiedades de diagnóstico	Clasificar a los suelos con base en datos de laboratorio y de campo.
5 Presenciales 10 Actividades	<b>XI</b> <b>Manejo y uso de los diferentes tipos de suelo</b>	Aplicar el conocimiento para manejar y conservar a los suelos
5 Presenciales 10 Actividades	<b>XII</b> <b>Arreglo espacial de los suelos: paisaje y unidades de mapeo</b>	

### PRACTICAS O ACTIVIDADES

1. Descripción de perfiles de suelos en diferentes regiones de nuestro país.
2. Designación de horizontes genéticos en diferentes tipos de suelos
3. Análisis de laboratorio requeridos para clasificar a un suelo.
4. Interpretación de análisis de laboratorio para definir horizontes y propiedades de diagnóstico.
5. Discusión de los análisis, morfológicos, físicos, químicos, mineralógicos y micromorfológicos de los diferentes órdenes o grupos de suelos.
6. Identificación de los principales procesos de formación a partir de datos de laboratorio y de campo.

### EVALUACIÓN

(50% Teoría y 50% de tareas y prácticas)

Primer examen parcial (Capítulos 1 al 4)  
Segundo examen parcial (Capítulos 4 al 9)  
Tercer examen parcial (Capítulos 10 al 12)

Los exámenes se realizarán una semana después de haber finalizado el último capítulo



## LIBROS Y ARTICULOS DE CONSULTA

- Bockheim, J.G., et al., Soil-forming factors and Soil Taxonomy, *Geoderma* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.02.016>
- Bockheim J.G., and A.N. Gennadiyev. 2000. The role of soil forming processes in the definition of taxa in soil Taxonomy and the World Soil Reference Base. *Geoderma*: 53-72.
- Buol S. W., F.D. Hole y R.J. McCracken. 1982. Génesis y clasificación de suelos. Trillas.
- Boul, S.W., R.J. Southard, R.C. Graham, and P.A. Mc Daniel. 2011. *Soil Genesis and Classification*. Sixth edition, Wiley-Blackwell. Iowa state University Press.
- FAO/Unesco/ISRIC. 1988. Introducción a la leyenda del mapa mundial de suelos. Trad. C. Ortiz S, D. Pajaro H. y Ma. Del C. Gutiérrez C. Cuadernos de Edafología No. 20. Instituto de Recursos Naturales. Edafología. Colegio de Postgraduados. 40 págs.
- FAO. 2009. Guía para la descripción de suelos. Cuarta edición Traducido y adaptado al castellano por Ronald Vargas Rojas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- FitzPatrick A., E. 1984. Suelos, su formación, clasificación y Distribución. CECSA. 430 págs.
- Hartemink, A. E. and J.G. Bockheim. 2013. Soil genesis and classification. *Catena* 104: 251–256.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.
- IUSS Working Group WRB. 2015. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *World Soil Resources Reports* No. 106. FAO, Rome.
- Pape Th. And D. Legger. 1994. *Manual for soil description and classification*. Wageningen Agricultural University. Neterlands.
- Soil Survey Staff. 2010. Claves para la taxonomía de suelos. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service.
- Soil Survey Staff. 2014. *Keys to Soil Taxonomy*. Twelfth Edition. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service.
- Soil Survey Staff. 2015. *Illustrated guide to soil taxonomy, version 1.1*. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, Nebraska.
- Schoeneberger, P.J., D.A. Wysocki, E.C. Benham, and Soil Survey Staff. 2012. *Field book for describing and sampling soils, Version 3.0*. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
- Van Reeuwijk L. P. (sixth ed). 2002. *Procedures for Soil Analysis*. Tech. Pap No. 9 ISRIC, Wageningen, Netherlands.
- Van Wambeke, A. 1987. Soil moisture and temperature regimes of Central America Caribe and Mexico. SMMSS. Technical Monograph No. 16, Cornell University, N. L.
- Wilding, L.P., 1994. Factors of soil formation: contributions to pedology. Factors of soil formation: a fiftieth anniversary retrospective. SSSA Special Publication No. 33. SSSA, Madison, WI, pp. 15–30.
- Huang Pan Ming, Yuncong Li , Malcolm E. Sumner. 2011. *Handbook of Soil Sciences Properties and Processes*. CRC Press.



**TÍTULO DEL CURSO:** PRINCIPIOS BÁSICOS DE CARTOGRAFÍA AUTOMATIZADA

**CURSO:** PRESENCIAL REGULAR

**PROFESOR TITULAR:** ENRIQUE OJEDA TREJO

**CLAVE DE PROFESOR:** A01047

**COLABORADOR (ES):** LENOM CAJUSTE BONTEMPS

**(ANOTAR NOMBRE Y** LENOM CAJUSTE BONTEMPS

**CLAVE DE PROFESOR** X001348

**CORREO ELECTRÓNICO:**

[Enriqueot@colpos.mx](mailto:Enriqueot@colpos.mx)

[Lenomcb@colpos.mx](mailto:Lenomcb@colpos.mx)

**TELÉFONO:** 595-9520200 EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO Edafología, 2 piso, 219  
Ext 1227

**CLAVE DEL CURSO:** EDA626 **PRE-REQUISITOS:**  
NINGUNO

**TIPO DE CURSO:**

- Teórico
- Práctico
- Teórico-Práctico

**PERIODO:**

- Primavera
- Verano
- Otoño

**SE IMPARTE A :**

- Maestría en Ciencias
- Doctorado en Ciencias
- Maestría Tecnológica

**MODALIDAD:**

- Presencial
- No presencial
- Mixto

**CRÉDITOS:** 2 (dos)

**HORAS**

**TEORÍA: 2**

**Presenciales** 64

**Extra clase** 64

**Total** 128

**HORAS PRÁCTICA:**

1( uno)

**LABORATORIO**

**CAMPO** 32

**TOTAL** 64

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

Adquirir los conceptos básicos para el manejo de información digital y vectorial para la elaboración de un mapa base y temático con información de sensores remotos y la cartografía de INEGI.

<b>CURSO:</b>	<b>EDA626 PRINCIPIOS BÁSICOS DE CARTOGRAFÍA AUTOMATIZADA</b>
<b>PROGRAMA DE POSTGRADO:</b>	<b>EDAFOLOGIA</b>

<b>HORAS</b>	<b>TEMAS Y SUBTEMAS</b>	<b>OBJETIVOS DE LOS TEMAS</b>
6261.5	<b>1.Generalidades de Cartografía</b> 1.1 Los mapas como una forma de comunicación 1.2 La paradoja cartográfica 1.3 El mapa arte o ciencia	
1.5	<b>2.Diseño Cartográfico</b> 2.1 Enfoque de Kolacny y Robinson, mapas mentales. 2.2 Definición de diseño y ruido cartográfico 2.3 La concepción, producción y utilización de mapas.	Entender los principios de la cartografía para la elaboración de un mapa
3.0	<b>3.Tipos de mapas</b> 3.1Propósito General y tematicos 3.1.1 Mapa Base 3.1.2 Cualitativos y cuantitativos 3.1.3 Mapas de Colores, Isaritmicos y dasimetricos, cartogramas, lineales y de puntos tematicos, mapas de símbolos por tamaño.	Conocer los principios para la producción de mapas
3.0	<b>4. Proyectos cartograficos</b> 4.1 Normas 4.1.1. Definicon espacial y Nominal 4.2 Definicon Metrica 4.3 Definicon Tematica 4.4 Definicon Grafica 4.5 Especificaciones tecnicas 4.2 Proceso 4.2.1 Sujeto, objetivo, proceso y resultado	Describir los tipos de mapas en base a los usos y procedimientos de producción.  Describir los diferentes pasos que se realizan para la elaboración de proyectos cartograficos.
3.0	<b>5. Proyecciones cartográficas</b> 5.1 Tipos por su proyección, orientación y propiedades. 5.2 esferoides y datum. 5.3 Cónica Conforme de Lambert (CCL) 5.4 Universal Transversa de Mercator(UTM)	
3.0	<b>6. Materiales cartográficos de INEGI</b> 6.1 Cartografía de INEGI y metadatos. 6.2 Escalas de trabajo 6.3 mapas temáticos	Describir los principios y características de las proyecciones cartográficas utilizadas por INEGI.
6.0	<b>7. Percepción remota</b> 7.1 Sistemas de Percepción Remota 7.2 El proceso de Percepción remota 7.3 Sensores, resolución espacial y temporal. 7.4 Principios de fotointerpretación y clasificación de imágenes	Conocer la estructura de la cartografía de INEGI y los productos disponibles Conocer los principios y características de los productos generados por Percepción Remota.
4.5	<b>8. Sistema de Posicionamiento Global</b> 8.1 Información básica 8.2 Planeación de campaña(efemérides)	Conocer los principios y procedimiento para realizar una campaña utilizando GPS.
4.50	<b>9. Composición cartográfica</b> 9.1 Elementos para la composición de un mapa: Principios de Tufte, Marco, balance, escala, simbolizacion, variables, color.	Conocer los principios para el Diseño de mapas
3.0	<b>10. Propuesta de diseño y elaboración de un mapa relacionado con su propuesta de investigación</b>	Elaborar un mapa base y/o temático relacionado con la investigación del estudiante.



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Programa de Estudios

**TÍTULO DEL CURSO:** FERTILIDAD DE SUELOS

**CURSO:**

**PROFESOR TITULAR:** DR. ROBERTO NUÑEZ ESCOBAR

**CLAVE DE PROFESOR:** X00037

**COLABORADOR (ES):**

**(ANOTAR NOMBRE Y  
CLAVE DE CADA  
PROFESOR**

**CORREO ELECTRÓNICO:** [ronues@colpos.mx](mailto:ronues@colpos.mx)

**TELÉFONO:** (595)9520200  
Ext. 1220

**EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO:** Edafología/Nivel 2/  
Oficina 317

**CLAVE DEL CURSO:** EDA631

**PRE-REQUISITOS:** EDA665

**TIPO DE CURSO:**

- Teórico
- Práctico
- Teórico-Práctico

**PERIODO:**

- Primavera
- Verano
- Otoño
- No aplica

**SE IMPARTE A :**

- Maestría en Ciencias
- Doctorado en Ciencias
- Maestría Tecnológica

**MODALIDAD:**

- Presencial
- No presencial
- Mixto

**CRÉDITOS:** 3  
**HORAS:** 45  
**TEORÍA:**  
**Presenciales:** 45  
**Extra clase:** 147  
**Total:** 192

**HORAS PRÁCTICA:** 57  
**LABORATORIO:** 2  
**CAMPO:** 40  
**INVERNADERO:** 15

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

1. Ubicar el estudio de la fertilidad de los suelos en el contexto agroecológico, relacionándolo con la planta, clima y manejo.
2. Conocer los factores responsables de la disponibilidad de los nutrientes vegetales y las transformaciones que éstos sufren en los diferentes tipos de suelos.
3. Aprender técnicas de manejo sostenible y económico de fertilidad de suelos, bajo diferentes circunstancias.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
3	1. Presentación del curso. Historia del conocimiento en fertilidad de suelos y algunos datos estadísticos sobre calidad y usos del suelo en México.	
6	2. Factores que influyen en el crecimiento vegetal y en la respuesta de los cultivos a la fertilización: Temperatura, humedad, energía radiante, composición de la atmósfera, aire del suelo, pH del suelo, factores bióticos, nutrimentos minerales.	
2	3. Funciones de respuesta a los factores de crecimiento. Generación de modelos de respuesta: Método inductivo experimental. Método deductivo conceptual.	
3	4. Conceptos básicos en las relaciones suelo-planta: Intercambio iónico, absorción nutrimental.	
	5. Macronutrimentos primarios (N P K)	
11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formas aprovechables, funciones en la planta, síntomas de deficiencia, fuentes, transformaciones y pérdidas en el suelo: evaluación de su disponibilidad, corrección de deficiencias.</li> </ul>	
	6. Macronutrimentos secundarios (Ca, Mg, S)	
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factores que determinan su deficiencia o exceso en los suelos.</li> <li>• Ciclo del azufre e interacción con micronutrimentos.</li> </ul>	
	7. Micronutrimentos (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni y Zn)	
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factores que determinan su aprovechabilidad: pH, fenómenos de quelatación, interacciones mutuas.</li> </ul>	
	8. Elementos no esenciales, importantes agrícolamente (Al, As, Se, Si, Na, Co, I, Li).	
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acidez y sodicidad del suelo. Elementos útiles o tóxicos a plantas y animales.</li> </ul>	
5	9. La materia orgánica del suelo. Sus componentes, propiedades y efectos en la fertilidad del suelo. Su papel en la sustentabilidad agrícola.	

## RECURSOS DIDÁCTICOS

Notas del Curso, proporcionadas por el Profesor.

## NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Normas de evaluación

Entrega de ejercicios, prácticas de campo, seminario y exámenes, parcial y final.

Procedimiento de evaluación:

2 exámenes parciales (30 %)

1 examen final (40 %)

Ejercicios (10 %)

Prácticas (10 %)

Seminario (10 %)

## BIBLIOGRAFÍA

- Adams, F. (Ed.). 1984. Soil acidity and liming. 2ª. Edición. ASA Monograph 12. American Soc. of Agronomy. USA.
- Alcántar G., G. y L. Trejo T. (eds.). 2007. Nutrición de cultivos. Editorial Mundiprensa-CP. 438 p.
- Cadahia L., C. 1998. Fertirrigación de cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Castellanos, J.Z.; J.X. Uvalle Bueno, A. Aguilar Santelises. 2000. Manual de Interpretación de análisis de suelos y aguas. Segunda edición. Colección INCAPA. San Miguel Allende, Gto., México. 226 p.
- Collings, G.H. 1955. Commercial Fertilizers. 5ª. Edición. McGraw Hill Book Co.
- Colwell, J.D. 1994. Estimating fertilizer requirements. CAB International. Inglaterra.
- Engelstad, O.P. (Ed.). 1985. Fertilizer Technology and Use. 3ª. Edición. Soil Science Society of America. Madison, WI, USA.
- Follett, R.F. *et al.* 1991. Managing nitrogen for groundwater quality and farm profitability. Soil Science Soc. America. USA.
- Hagin, J. y B. Tucker. 1982. Fertilization of dryland and irrigated soils. Springer-Verlang.
- Hauck, R.D. (Ed.) 1985. Nitrogen in crop production. American Society of Agronomy. Madison, WI, USA.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 1999. Soil Fertility and Fertilizers. 6ª. Edición. Prentice Hall. U.S.A.
- IFDC-UNIDO. 1998. Fertilizer Manual. Kluwer Academic Publishers. UNIDO. International Fertilizer Development Center. Muscle Shoals, AL. U.S.A.
- Khasawneh, F.E., E.C. Sample and E.J. Kamprath (Eds.). 1980. The Role of Phosphorus in Agriculture. Soil Sci. Soc. Amer. U.S.A.
- López J., Rodrigo; J.M. Hernández Abreu; A. Pérez Regalado y J.F. González Hernández. 1992. Riego localizado. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Mortvedt, J.J. (Ed.). 1991. Micronutrients in agriculture. 2ª. Edición. Soil Science Society of America. U.S.A.
- Munson, R.D. (Ed.). 1985. Potassium in Agriculture. American Society of Agronomy. U.S.A.
- National Plant Food Institute, 1995. Manual de Fertilizantes. Evaluación de la 2ª Edición. Editorial LIMUSA, SA de CV. México.
- Nelson, L.B. 1968. Changing patterns in fertilizer use. Soil Science Society of America. U.S.A.
- Pierzynski, G.M., J.T. Sims and G.F. Vance. 2000. Soils and Environmental Quality. 2ª. Edición. CRC Press, U.S.A.
- Resh, H.M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4ª. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Salgado G., S. y R. Núñez E. 210. Manejo de Fertilizantes Químicos y Orgánicos. Editorial CP-Mundiprensa. 146 p.
- Shoji, S. y A.T. Gandeza (Eds.). 1992. Controlled release fertilizers. Tohoku University, Sendai, Japan.
- Tabatabai, M.A. (Ed.). 1986. Sulfur in Agriculture. ASA Monograph 27. American Society of Agronomy. U.S.A.
- Terman, G.L. y O.P. Engelstad. 1976. Agronomic evaluation of fertilizers, principles and practices. Boletín. Y-21, T.V.A. IFDC, Muscle Shoals, AL. USA.
- Trenkel, M.E. 1997. Controlled-Release and Stabilized Fertilizers in Agriculture. International Fertilizer Industry Association. Paris. 151 p.
- Trinidad S., A. 1987. El uso de abonos orgánicos en la producción agrícola. Serie Cuadernos de Edafología 10. CEDAF. CP. Chapingo, México.
- Wallace, A. y R.E. Terry. 1997. Handbook of Soil Conditioners. Marcel Dekker, Inc., N.Y. USA.



**TÍTULO DEL CURSO:** **DIAGNÓSTICO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS**

**PROFESOR TITULAR:** JORGE DIONISIO ETCHEVERS BARRA

**CLAVE DE PROFESOR:** X00493

**COLABORADOR (ES):**  
**(ANOTAR NOMBRE Y**  
**CLAVE DE CADA**  
**PROFESOR**

**CORREO ELECTRÓNICO:** [jetchev@colpos.mx](mailto:jetchev@colpos.mx)

**TELÉFONO:** 5959511475 EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO EDAFOLOGÍA/2/333

**CLAVE DEL CURSO:** EDA632 PRE-REQUISITOS: \_\_\_\_\_

**TIPO DE CURSO:**

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-Práctico

**PERIODO:**

- Primavera  
 Verano  
 Otoño

**SE IMPARTE A :**

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

**MODALIDAD:**

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

**CRÉDITOS:** 3

**HORAS**

**TEORÍA:**

**Presenciales** 52

**Extra clase** 12

**Total** 64

**HORAS PRÁCTICA:** --

**LABORATORIO** --

**CAMPO** --

**INVERNADERO** --

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
4	La fertilidad del suelo y la agricultura sostenible	Introducción al tema
8	El diagnóstico visual de los problemas de la producción	Enseñar las bases y operación del sistema para descubrir los factores limitantes
10	El diagnóstico visual de los problemas nutrimentales	Enseñar a diagnosticar deficiencias en el campo
20	Análisis químico de plantas	Enseñar los fundamentos proxis y en especial la interpretación de los análisis de tejidos regulares
20	Análisis químico de suelo	Enseñar los fundamentos proxis y en especial la interpretación de los análisis de suelo
2	Métodos biológicos de diagnóstico	Introducir a los estudiantes en métodos alternativos de diagnóstico que además se emplean para calibrar los métodos químicos

## OBJETIVOS

El diagnóstico de la fertilidad de los suelos y del estado nutricional de las plantas es indispensable para controlar el adecuado abastecimiento de los elementos esenciales o la presencia de tóxicos, en particular, las de interés económico. Las mencionadas herramientas permiten identificar los disturbios nutrimentales que se presentan en los cultivos y predecir la posibilidad de que se tenga una respuesta a la aplicación de fertilizantes.

Los rendimientos de un cultivo serán máximos cuando, por un lado, ningún factor de crecimiento nutrimental se encuentre en un nivel tal que pueda restringir su crecimiento y desarrollo y, por otro lado, el resto de los factores no nutrimentales, esenciales para el crecimiento, se ubiquen en niveles adecuados.

El objetivo fundamental de este tipo de diagnóstico es identificar el o los factores que pudiesen limitar la expresión de crecimiento de las plantas, ya sean éstos de carácter no nutrimental o nutrimental. El diagnóstico puede hacerse "a priori", durante el desarrollo del criterio o "a posteriori" de la aparición de algún problema que afecte al crecimiento o la producción. En este curso se dará especial énfasis a los factores de tipo nutrimental, son dejar de largo los otros factores de crecimiento. Se espera que los resultados de la aplicación de las técnicas de diagnóstico que se analicen (visuales, químicas y biológicas) sirvan para orientar la toma de medidas correctivas en lo referente a la nutrición de los cultivos.

En este curso se hace una introducción general acerca del problema de la fertilidad de los suelos y su relación con la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola y el cambio global. Luego se analizan las siguientes técnicas de diagnóstico: aplicación del diagnóstico visual, en general, al proceso de producción de plantas y, en particular, a los problemas nutrimentales; análisis químico de los tejidos vegetales; análisis químico de suelos y ensayos biológicos. En cada tema se discuten los fundamentos, la oportunidad de la aplicación del diagnóstico los diferentes pasos que deben seguirse para emplear la técnica, los métodos específicos, las ventajas y desventajas de las técnicas, así como aspectos generales de interés.



## PROGRAMA DESGLOSADO DEL CURSO EDA-632

### Diagnóstico de la Fertilidad de los Suelos

#### I. La Fertilidad del Suelo y la Agricultura Sostenible

- 1.1. Población mundial y previsiones de crecimiento.
- 1.2. El papel de la fertilidad en la producción agrícola.
- 1.3. La producción agrícola y el cambio global. Cambio global y producción agrícola. Pérdida de la fertilidad del suelo y problemas técnicos y sociales
- 1.4. El sistema de producción. Suelo-Planta-Clima. Factores controlables e incontrolables de la producción.

#### II. El Diagnóstico Visual

##### 2.1 El diagnóstico visual de los problemas de la producción

- 2.1.1. Diagnosticar ¿para qué?
- 2.1.2. Objetivos del diagnóstico visual.
- 2.1.3. Las herramientas del diagnóstico.
- 2.1.4. Elementos que se requieren para hacer el diagnóstico.
- 2.1.5. La inspección de campo.
- 2.1.6. Conclusiones.

##### 2.2 El diagnóstico visual de los problemas nutrimentales

- 2.2.1. Fundamentos de la técnica.
- 2.2.2. Objetivos del diagnóstico visual.
- 2.2.3. La práctica del diagnóstico visual.
  - 2.2.3.1. Consideraciones previas al diagnóstico.
  - 2.2.3.2. Consideraciones al momento del diagnóstico.
  - 2.2.3.3. Diagnóstico propiamente tal.
- 2.2.4. Ventajas y desventajas del diagnóstico visual

#### III. Análisis Químico de Plantas

##### 3.1. Fundamentos del análisis químico de plantas

##### 3.2. Objetivos del análisis químico de planta

- 3.2.1. Diagnóstico de deficiencias, toxicidades e imbalances.
- 3.2.2. Confirmación de diagnóstico.
- 3.2.3. Control del estado nutrimental.
- 3.2.4. Control de la efectividad de la fertilización.
- 3.2.5. Determinación de la absorción nutrimental.
- 3.2.6. Otros.

##### 3.3. Factores que afectan el estado nutrimental de los cultivos

- 3.3.1. Edad de los tejidos.
- 3.3.2. Tipo de tejido.
- 3.3.3. Clima.
- 3.3.4. Suelo.
- 3.3.5. Aspectos genéticos.
- 3.3.6. Otros.

##### 3.4. La práctica del análisis químico vegetal

- 3.4.1. Tipos de análisis.
  - 3.4.1.1. Campo.
  - 3.4.1.2. Laboratorio.
- 3.4.2. Muestreo.
  - 3.4.2.1. Para diagnóstico.

- 3.4.2.2. Para control.
- 3.4.2.3. Otros.
- 3.4.3. Preparación de la muestra.
  - 3.4.3.1. Lavado.
  - 3.4.3.2. Secado.
  - 3.4.3.3. Molienda tamizada.
  - 3.4.3.4. Almacenamiento.
- 3.4.4. Análisis.
  - 3.4.4.1. Solubilización.
    - 3.4.3.1.1. Total.
    - 3.4.3.1.2. Fracción.
  - 3.4.4.2. Medición.
- 3.5.5. Interpretación.
  - 3.5.5.1. Niveles críticos.
  - 3.5.5.2. Rangos de concentración.
  - 3.5.5.3. Valores estándares.
  - 3.5.5.4. Relaciones binarias (DRIS).
  - 3.5.5.5. Relaciones terciarias.
  - 3.5.5.6. Índices nutrimentales.

### 3.5 Ventajas y desventajas

## IV. Análisis Químico de Suelos

### 4.1 Fundamentos del análisis químico de suelos

#### 4.2 Objetivos del análisis químico de suelos

- 4.2.1. Clasificación y caracterización de suelos.
- 4.2.2. Diagnóstico y rehabilitación de suelos.
- 4.2.3. Contaminación.
- 4.2.4. Fertilidad de suelos.
  - 4.2.4.1. Evaluación del estado nutrimental.
  - 4.2.4.2. Recomendación de fertilizantes.
  - 4.2.4.3. Control efectividad de la fertilización.
  - 4.2.4.4. Mapas de fertilidad.
  - 4.2.4.5. Otros.

#### 4.3. La práctica del análisis del suelo

- 4.3.1. Tipos de análisis.
  - 4.3.1.1. Campo.
  - 4.3.1.2. Laboratorio.
    - 4.3.1.2.1. Total.
    - 4.3.1.2.2. Fracciones.
- 4.3.2. Muestreo.
  - 4.3.2.1. Clasificación
  - 4.3.2.2. Suelos salinos.
  - 4.3.2.3. Contaminación.
  - 4.3.2.4. Fertilidad.
- 4.3.3. Preparación de las muestras.
  - 4.3.3.1. Secado.
  - 4.3.3.2. Molienda.
  - 4.3.3.3. Tamizado.
  - 4.3.3.4. Almacenamiento.
- 4.3.4. Análisis.

- 4.3.4.1. Solubilización.
  - 4.3.4.1.1. Total.
  - 4.3.4.1.2. Fracciones.
    - 4.3.4.1.1.1. Selección de la fracción (correlación).
- 4.3.5. Interpretación.
  - 4.3.5.1. Método BCSR (basic Action saturation ratio).
  - 4.3.5.2. Método SLAN (sufficiency level of available nutrient).
    - 4.3.5.1.1. Calibración.
  - 4.3.5.3. Método racional (Demanda-Suministro).
- 4.3.6. Recomendación.
  - 4.3.6.1. Método tradicional.
  - 4.3.6.2. Método racional.

#### 4.4. Ventajas y desventajas

### V. Métodos Biológicos

#### 5.1 Fundamentos de los métodos biológicos

#### 5.2 Métodos microbiológicos

#### 5.3 Métodos en macetas

- 5.3.1. Macetas pequeñas (Neubaver).
- 5.3.2. Macetas grandes.
  - 5.3.1.1. Soluciones nutritivas.
  - 5.3.1.2. Arena.
  - 5.3.1.3. Mezcla suelo arena.
  - 5.3.1.4. Suelo.

#### 5.4 Métodos de campo

- 5.4.1. Franja.
- 5.4.2. Microparcelas.
- 5.4.3. Experimentos formales.

#### 5.5. Ventajas y desventajas

### RECURSOS DIDÁCTICOS

Libros, Videos, Cd's, Pacd-México, Unccd-Convention

Blackboard  
 Presentaciones En Power Point  
 Lecturas Obligatorias  
 Producción De Trípticos

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA CLÁSICA

Esta es una lista de elementos básicos e históricos de las diferentes disciplinas que abarca este curso. Se recomienda a los estudiantes hacer una búsqueda intensiva sobre el tema empleando las nuevas técnicas a su disposición (Internet, base de datos, sistemas de búsquedas), etc.

## **DIAGNÓSTICO VISUAL**

- ANONIMO.1990/91. Best management practices begin with the diagnostic approach. Better Crops With Plant Food, Winter 90-91.
- BENNETT, W. F. 1993. Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota.
- BERGMANN, W. y P. NEUBERT. 1976. Plant diagnosis and plant analysis. UEB Gustav Fischer Verlag, Jena, RFA.
- BLACK, L. L, S. K. GREEN, G. L. HERTMAW, J. M. POULOS. 1993. Enfermedades del chile: una guía de campo. Asian Vegetable Research and Development Center, Taipei, Taiwan.
- BOULD, C., E. J. HEWITT and P. NEEDHAM (Eds.). 1983. Diagnosis of mineral disorders in plant. Vol. I.Principles. Her Majestic Stationary Office, Londres, Inglaterra.
- BOULD, C., E. J. HEWITT and P. NEEDHAM. 1984. Diagnosis of mineral disorders in plants. Volume 1.Principles.Chemical Publishing, New York, N.Y.
- BOULD, C., E. J. HEWITT and P. NEEDHAM. 1984. Diagnosis of mineral disorders in plants. Volume 2.Vegetables.Chemical Publishing, New York, N.Y.
- BUSSLER, W. 1964.Comparative examinations of plants suffering from potash deficiency.Verlag Chemie, Weinheim/Bergstrasse, Alemania.
- CIMMYT. 1977. Field manual of common wheat diseases and pests. CIMMYT, México.
- CIMMYT. s/f. Guía para evaluar rayas. CIMMYT, México.
- DE LEON, C. 1978. Maize diseases: a guide for field identification. CIMMYT, México.
- HEWITT, E. J. 1963. The essential nutrient elements: requeriments and interactions in plants, pp 137-360. In F. C. Steward (Ed.) Plant physiology.Altreatise. Vol. III. Inorganic nutrition of plant.Academic Press, New York, N.Y.
- IRRI. 1984. Problemas del cultivo de arroz en los trópicos. IRRI, Los Baños, Filipinas.
- ISHIZUKA, Y. 1971.Nutrient deficiencies of crops. Food and Fert.Tech. Center, Taiwan.
- LAFITTE, H. R. 1994. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. Guía de campo. CIMMYT, México.
- McMURTREY, Jr., J. E. 1948. Visual simptoms of malnutrition in plants. En H. Broedel-Kitchen (Ed.). Diagnosis techniques for soils and crops. Amer. Potash Inst., Wash., D C.
- PIPER, C. S. 1940. The simptoms and diagnosis of minor-element deficiencies en agricultural an horticultural crops. Part I. Diagnostic methods.B and Mn. Emp. J.Exp. Agric. 8: 85-96.
- PIPER, C. S. 1940. The simptoms of microelements deficiencies in agricultural crops. Part. 2. Copper. Zinc.Molibdemun. Empire Journal of Experimental Agriculture 8: 199-206.
- PPI. s/f. Conozca y resuelva los problemas del maíz. PPI, Atlanta, Georgia.
- ROBSON, A. D. y K. SNOWBALL. 1986. Nutrient deficiency and toxicity simptoms, pp. 8-19. In C. J. Reuter y J. B. Robinson (Eds.).Plant analysis.An interpretation manual. Inkata Press, Melbourne, Australia.
- RODRIGUEZ S., J. 1974. Sintomología visual. Un intento de sistematización. Universidad Católica, Escuela de Agronomía, Departamento de Suelos, Santiago, Chile.
- SNOWBALL, K. y A. D. ROBSON. 1991. Carencias y toxicidades nutricionales que afectan el trigo: una guía para su identificación. CIMMYT, El Batán, México.
- SPRAGUE, H. B. 1964. Hunger signs in crops. David Mc Kay Co., New York, N.Y.
- TELIZ O., D. (Ed.). Enfermedades del maíz, frijol, trigo y papa. s/f. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- WALLACE, T. 1961. The diagnosis of mineral deficiencies in plant. Her Majestic Stationary Office. London, England.
- WILL, G. 1985. Nutrient deficiencies and fertilizer use in New Zealand exatic forest. Forest Research Institute, Rotowa, NZ.
- ZILLINSKY, F. J. 1984. Guía para la identificación de enfermedades en cereales de grano pequeño. CIMMYT, El Batán, México.

## **ANALISIS DE TEJIDOS**

- ANDREW, C. S. 1968. Problems in the use of chemical analysis for diagnosis of plant nutrient disorders. J. Aust. Agric. Sci. 34: 154-162.
- ANONIMO.s/f. Plant testing. American Potash Institute, Washington, D. C.
- BATES, T. E. 1971. Factors affecting critical nutrient concentration in plants and their evaluation: A Review. Soil Sci. 112: 116-130.
- CLEMENTS, H. F. 1964. Interaction of factor affecting yield. Am. Rev. Plant Physiol. 15: 409-442.
- CHAPMAN, A. D. 1964. Foliar sampling for determining the nutrient status of crops. World crops 16: 35-46.
- CHAPMAN, A. D. 1966. Diagnostic criteria for soils and plant.H. D. Chapman, Riverside, California.
- DOW, A. I. and S. ROBERTS. 1982. Proposal: Critical nutrient ranges for crop diagnosis. Agron. J. 74: 401-403.
- FARHOOMAND, M. B. y L. A. PETERSON.1968. Concentration and content. Agron. J. 60: 708-709.

GONZALEZ O., C., M. RODRIGUEZ M., M. BAEZ C., A. WYLIE W. y J. SOLE B. s/f. La nutrición mineral de los vegetales. El análisis foliar y de savia: metodologías y objetivos. Universidades de Chile y Católica de Chile, Santiago, Chile.

GOODALL D. W. y F. G. GREGORY. 1947. Chemical composition of plant as an index of their nutritional status. Imperial Bureau of Horticulture and Plantation Crop, Kent, England (Technical Communication No. 17).

HOUBA, V. J. G. 1994. Chemical composition of various plant species. Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

HOWELER, R. H. 1983. Análisis de tejido vegetal en el diagnóstico de problemas nutricionales: algunos cultivos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.

JONES, J. BENTON, Jr., B. WOLF y H.A. MILLS. 1991. Plant analysis handbook. Micro-Macro Publishing, Inc., Athens, Georgia.

KENWORTHY, A. L. 1961. Interpreting the balance of nutrient elements in leaves of fruit trees, pp 28-43. In: W. Reuther (Ed) Plant analysis and fertilizer problems. Am. Inst. Biol. Sci.

KENWORTHY, A. L. 1967. Plant analysis and interpretation of analysis for horticultural crops. pp 59-75. In: 59-75. In: G. W. Hardy *et al.* (eds.) Soil testing and plant analysis. Plant analysis Part II. Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin (Special Publication 2).

KENWORTHY, A. L. 1973. Leaf analysis as an aid in fertilizing orchards. pp. 381-393. L. M. Walsh y J. D. Beaton (eds.). Soil testing and plant analysis, Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin.

LAGATU, H. y L. MAUME. 1937. Controle chimique du mode d' alimentation de la vigne pas les engrais. Ext. Avr. 6-Mai 11 (1937): 1-24.

LOPEZ RITAS, J. y J. LOPEZ MELIDA. 1990. El diagnóstico de suelos y plantas. 4a. Edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.

LUNDEGARDH, H. 1951. Leaf analysis. Translation by R. L. Mitchell-Hilger and Watts Ltd., London, England.

MACY, P. 1936. The quantitative mineral nutrient requirements of plants. Plant Physiology. 11: 749-764.

MALAOOLTA, E., G. C. VITTI y S.A. DEOLIVEIRA. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas. POTAFOS, Campina, SP, Brasil.

MARSCHNER, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, New York, N.

MARTIN-PREVEL, P., J. GAGNARD and P. GAUTIER.(Ed.) 1987. Plant analysis. As a guide of the nutrient requirements of temperate and tropical crops. Lavoisier Publishing Inc., New York, N.Y.

MELSTED, S. W., H. L. MOTTO, and T. R. PECK. 1969. Critical plant nutrient composition values useful in interpreting plant analysis data. Agron. J. 61: 15-20.

OHLROGGE, A. J., R. D. MUNSON y S. E. ALLRED. 1970. Proceedings from a symposium on plant analysis. International Minerals and Chemical Corporation, Skokie, Illinois.

PALACIOS A, J. M. 1986. Dinámica y balance nutricional en árboles de aguacate (*Persea americana Mill*) cv. Has con alto y bajo rendimiento en la región de Uruapán, Michoacán. CP, Chapingo, México. (Tesis de Maestría en Ciencias).

PLANK, C. O. 1979. Plant analysis handbook. Cooperative. Extension Service/Univ. of Georgia Coll Agric. Bull. 735.

REISENAUER, J. M. (Ed.). 1978. Soil and plant tissue testing in California, Div. Agric. Sci. Bull 1879.

REUTER, D. J. y J. D. ROBINSON (Eds.). 1986. Plant analysis. An interpretation manual. Inkata Press. Melbourne, Australia.

RODRIGUEZ S., J. 1974. Diagnóstico foliar. Principios y prácticas. Departamento de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. (Publicación No. 13).

RODRIGUEZ S., J. y M. J. GANDARILLAS I. 1969. Toma y procesamiento de la muestra de planta. Departamento de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad Católica, Santiago, Chile.

SMITH, P. F. 1962. Mineral analysis of plant tissues. Ann. Rev. Plant Physiol. 13: 81-108.

SMITH, P. W. 1978. Role of plant chemistry in the diagnosis of nutrient disorders in tropical legumes pp. 329-346. In c. S. Andrews y E. J. Kamprath (Eds.). Mineral nutrition of legumes in tropical and subtropical soils. CSIRO, Melbourne, Australia.

SMITH, F. W. 1986. Interpretation of plant analysis. Concepts and principles, pp. 1-12. In. D. J. Reuter y J. B. Robinson (Eds.) Plant analysis. An interpretation manual. Inkata Press, Melbourne, Australia.

STEYN, W. J. A. 1959. Leaf analysis errors involved in the preparative phase. Agric. Food Chem. 7: 344-348.

TERMAN, G. L., J. C. NOGGLE, and O. P. ENGELSTAD. 1972. Concentrations as affected by various growth limiting factors. Agron. J. 64: 384-388.

TERMAN, G. L., F. E. KHASAWNEH, S. E. ALLEN y O. P. ENGELSTAD. 1976. Yield nutrient absorption relationship as affected by environmental growth factors. Agron. J. 68: 107-111.

THOMAS, W. 1937. Foliar diagnostic: principles and practice. Plant Physiol. 12: 571-599.

THOMAS, W. 1945. Present status of diagnosis of mineral requirements of plant by means of leaf analysis. Soil Sci. 59: 353-374.

ULRICH, A. 1942. Plant analysis as a diagnostic procedure. Soil Sci. 55:101-112.

ULRICH, A. 1948. Plant analysis methods and interpretation of results, pp. 157-198. In. H. Broedel-Ktchen (Ed.). Diagnostic techniques for soil and crop. Am. Potash Inst., Washington, C. C.

ULRICH, A. 1952. Physiological bases for assessing the nutritional requirements of plants. *Anw.Rev. Plant Physiol.* 3: 207-228.

ULRICH, A. y F. J. HILLS. 1967. Principles and practises of plant analysis. In. "Soil test and plant analysis. Part II. Soil Soc. Am. Special Publication 2 pp. 11-24.

WALSH, L. M. y J. D. BEATON. (Ed.). 1973. Soil testing and plant analysis. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin.

WESTERNMAN, R. L. (Ed.). 1990. Soil testing and plant analysis. Third edition. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.

#### **OTRAS PUBLICACIONES DE INTERES**

Proceeding of the Soil Plant Analyst's Workshop, Patrocinados por el Council on Soil Testing and Plant Analysis de EE.UU (Octavo Cleveland, Ohio, 1981; Noveno, Bridgetown St. Louis, Missouri, 1983, Otros).

Proceedings from the International Plant Nutrition Colloquium (Noveno Warwick University, Inglaterra, 1982). Con anterioridad este coloquio se llamaba Plant Analysis and Fertilizer Problems.

Proceedings de los Coloquios Europeos y Mediterráneos sobre el Control de la Fertilidad.

#### **ANÁLISIS DE SAVIA Y DE TEJIDOS EN EL CAMPO**

CAB.s.f. Sap analysis: Plant tissue test (1972-1980). Commonwealth Agricultural Bureau, London.(Annotated Bibliography No. 1609 of Commonwealth Bureau of Soils).

HERNANDO, V. CADAHIA, C. 1973. El análisis de savia como índice de fertilización. Estudio comparativo con el análisis foliar. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Edafología y Vegetal. Madrid, España. (Manuales de Ciencia Actual 7).

OHLROGGE, A. J. 1956. The Purdue soil and plant test. Purdue University Agricultural Experiment Station.Lafayette. (Station Bulletin 635).

ROUTCHENKO, W. y J. P. SOYER. 1972. Dix années de recherche sur diagnostic de la nutrition des plantes basé sur l' analyse extraits des tissus conducteurs. En 3e. Coll. Europeen et Méditerranéen, Budapest, Hungary.

ROUTCHENKO, W.. s/f. Controle de la nutrition minerale des plantes au moyen de l' analyse des extraits frais de tissus conducteurs. Institut National de Agronomie. Centre de Recherche Bordeaux, Pont-de-la Maye, France.

SYLTIE, P. W. S. W. MELSTED y W. R. WALKER. 1972. Rapid tissue test as indicators of yield, plant composition and soil fertility for corn and soybeans. *Conn Sci. Plant Anal.* 3:37-42.

#### **ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO**

ALVAREZ S., M. E. 1988. Selección de métodos de diagnóstico de nitrógeno aprovechable en el suelo. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx.

ANDERSON, M. S. 1960. History and development of soil testing. *J. Agric. Food Chem.* 8:84-87.

ANONIMO. 1956. Soil tests compared with field, greenhouse and laboratory results. *North Carolina Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.* 121.

ANZASTIGA A., P. 1984. Correlación y calibración de métodos químicos para la determinación de fósforo disponible en suelos del Estado de Puebla. Tesis de Licenciatura. UAEM. México.

BAIZE, D. 1988. Soil science analysis. A guide to current use. Wiley, Chichester, England.

BAKER D. E., M. C. AMACHER. 1981. The development and interpretation of a diagnostic soil-testing program. *Pennsylvania State University Agriculture Experiment Station, Bulletin* 826.

BLACK C., A. (ed). 1965. Methods of soil analysis. Part. 2. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.

BLACK C., A. 1993. soil fertility evaluation and control. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.

BRAY, R. H. 1948. Correlation of soil test with crops response to added fertilizer and with fertilizer requirement. En H. Broedel Kitchen (ed). *Diagnostic techniques for soil and crops* American Potash Institute, Washington, D. c.

BROWN, J. R. (Ed.). 1987. Soil testing : sampling, correlation, calibration, and interpretation. SSSA Special Publication 21. *Soil Sci. Soc. Am.*, Madison, Wisconsin.

CARTER, M. R. 1993. Soil sampling and methods of analysis. Lewis Publisher, Boca Raton, Florida.

CATE, Jr., R. B. y L. A. NELSON. 1965. Un método rápido para correlación de análisis de suelo con ensayos de fertilizantes. *North Carolina Sta. Univ., Raleigh, North Carolina (Inter. Soil Fertility Evaluation and Improvement Program Tech. Bull.* 1).

COLWELL J., D. 1967. The calibration of soil test. *J. Aust. Agric. Sci.* 33: 321-330.

COLWELL J., D. 1978. Computations for studies of soil fertility and fertilizer requirements. *Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough, England.*

- COPE, Jr., J. T. y R. D. ROUSE. 1973. Interpretation of soil results, pp. 35-54. En L. M. Walsh y J. D. Beaton (eds.). Soil testing and plant analysis, Revised edition. Soil Sci. Soc. Amer. Madison, Wisconsin.
- COTTENIE, A. 1980. Soil and plant testing and analysis. FAO, Roma (Boletín de Suelos de la FAO 38/1).
- COTTENIE, A. 1984. Los análisis de suelos y de plantas como base para formular recomendaciones sobre fertilizantes. FAO, Roma. (Boletín de Suelos de la FAO 38/2).
- ETCHEVERS B., J. D. 1985. Los análisis químicos de suelos. El por qué de sus fallas. Cuaderno de Edafología 2. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx.
- ETCHEVERS B., J. D. 1988. Análisis químicos de suelo y planta. Notas de clase. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx.
- FITTS, J. W. 1955. Using soil test to predict a probable response to fertilizer application. Better Crops Plant Food 39: 17-20.
- FITTS, J. W. and W. L. NELSON. 1955. The determination of lime and fertilizer requirements of soil through chemical test. Adv. Agron. 8: 241-282.
- HANWAY, J. J. 1973. Experimental methods for correlating and calibrating soil tests, pp. 55-66. En L. M. Walsh y J. D. Beaton (eds.). Soil testing and plant analysis, Revised edition. Soil Sci. Soc. Amer, Madison, Wisconsin.
- HAUSER, G. F. 1973. Interpretación de los análisis de suelo para hacer recomendaciones sobre fertilizantes. (Boletín de Suelos de la FAO 18).
- HAUSER, G. F. 1977. Investigaciones sobre la fertilidad de los suelos en terrenos de los agricultores. (Boletín de Suelos de la FAO 11).
- HUNTER, A. H. y J. W. FITTS. 1969. Soil test interpretation studies field trials. North Carolina Sta. Univ. Raleigh, North Carolina. (Int. Soil Fertility Evaluation y Improvement. Program Tech. Bull 5).
- ISSS. 1971. Proceedings of the International Symposium on Soil Fertility and Evaluation. International Soil Science Society, New Dehli, India.
- LOPEZ R., J. y J. LOPEZ M. 1993. El diagnóstico de suelos y plantas. 2a. Edición. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- McARTHUR, W. M. y K. SPENCER. 1970. A scheme for preliminary study of soil fertility in a district. Austr. J. Exp. Agric. and Anim. Husbandry. 10: 196-202.
- McLEAN, E. O. 1977. Contrasting concepts in soil test interpretation: sufficiency levels of available nutrients versus basic cation saturation ratios; pp. En T. R. Peck et al. (eds.), Soil testing; correlating and interpreting the analytical results. Amer. Soc. Agron., Madison, Wisconsin.
- MELSTED, S. W. y T. R. PECK. 1973. The principles of soil testing, pp. 13-22. En L. M. Walsh y J. D. Beaton (eds.). Soil testing and plant analysis, Revised edition, Soil Sci. Soc. Amer. Madison, Wisconsin.
- MELSTED, S. W. y T. R. PECK. 1977. The Mitscherlich-Bray growth function, pp. 1-18. En T. R. Peck et al. (eds.). Soil testing; correlating and interpreting the analytical results. Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin. (ASA Special Publication 29).
- NELSON, L. A. and R. L. ANDERSON. 1977. Partitioning of soil test-crop response probability, pp. 19-38. En T. R. Peck et al. (eds.). Soil testing: correlating and interpreting the analytical results. Amer. Soc. Agron., Madison, (ASA Special Publication 29).
- NUÑEZ E., R. s/f. Calibración de métodos de análisis químicos en suelos y plantas. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. (Documento mimeografiado).
- PADILLA C., J. y E. OLVERA T. 1991. Métodos de análisis de suelos y plantas, muestreo, preparación de la muestra, digestiones y extracciones. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx.
- PAGE, A. L., R. H. MILLER Y D. R. KEENEY (eds.). 1982. Methods of soil analysis. Part. 2. Second edition American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- PEASLEE, D. E. 1978. Relationships between relative crop yields, soil test phosphorus level and fertilizer requirements for phosphorus. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 9: 429-442.
- PECK T. R., J. T. COPE, Jr. y D. A. WHITNEY. 1977. Soil testing correlating and interpreting the analytical results. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin. (ASA Special Publication 29).
- PECK, T. R. AND S. W. MELSTED. 1973. Field sampling for soil testing, pp. 67-76. En L. M. Walsh y J. D. Beaton (eds.). Soil testing and plant analysis. Revised edition. Soil Sci. Soc. Amer. Madison, Wisconsin.
- PEECH, M. 1948. Chemical methods for assessing fertility. En H. Broedel Kitchen (ed.). Diagnostic techniques for soil and crops. American Potash Institute, Washington, D. C.
- PETERSON, R. G. y L. D. CALVIN. 1965. Sampling. pp. 55-72. En C. A. Blach et al. (eds.). Methods of soil analysis part. 1. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin.
- RODRIGUEZ S., J. 1993. La fertilización de los cultivos, un método racional. Pontificia Universidad Católica, Facultad de Agronomía. Santiago, Chile.
- ROUSE, R. D. 1968. Soil test theory and calibration for cotton, corn, soybean. Exp. Sta. Auburn Univ. Bull. 375.
- VAN RAIJ, B. 1981. Avaliação de fertilidade do solo. Instituto de Potasso y Fosfato e Instituto Internacional de Potassa, Piracicaba, Sao Paulo, Brasil.

VARVEL, G. E., F. N. ANDERSON, AND G. A. PETERSON. 1981. Soil test correlation problems with two phosphorus methods on similar soils. *Agron. J.* 73: 516-520.

VOLKE H., V. Y J. D. ETCHEVERS B. 1988. Calibración del análisis de suelo para nitrógeno y fósforo en maíz de temporal en suelos de la Mixteca de Cárdenas, Oaxaca. *Agrociencia*. 73:

WAUGH, D. L. AND J. W. FITTS. 1966. Soil test interpretation studies: laboratory and potted plant. North Carolina Sta. Univ. Raleigh, North Carolina (Int. Soil Fertility Eval. Program. Tech Bull 3).

WESTERMAN, R. L. (Ed.). 1990. Soil testing and plant analysis. Third edition. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.

## **MÉTODOS BIOLÓGICOS**

ANONIMO. 1968. Rapport de groupe de etude de theories scientifiques de la fertilization de sols. *Methodologie en cette matiere. Agron. Tropicale* 23 (2).

ALLEN, S. E., F. L. TERMAN, L. B. CLEMENTS. 1976. Greenhouse techniques for soil plant fertilizer research. National Fertilizer Development Center, Tennessee Valley Authority. Muscle Shoals, Alabama.

BENECKE, W. Y H. SODING. 1928. Beitrage zun aushau der microbiologischen bodenanalyse. *Ztschr. Pflanzenernarh. Dungun, u. bodenk.* (A) 10: 129-159.

BROWN, A. L. Y B. A. KRANTZ. 1965. Plant nutrient studies by pot culture technique. Univ. California Agric. Ext. Service Ext. Bull 195.

COLWELL, W. E. 1943. A biological method for determining the relative boron contents of soils. *Soil Sci.* 56: 71-94.

COOK, R. L. AND C. E. MILLER. 1946. Some techniques which help to make greenhouse investigations comparable with field plant experiments. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 11: 298-304.

CHAMINADE, R. 1959. Principios de fertilization en region tropicale. *Agron. Tropical* 14 (8): 63-9.

CHAMINADE, R. 1960. Experimentation en petits vases vegetation. *Tipos d'eseais pour tester l'efficacite des engrais humiques. Ann. Agron. Serie A*, 11: 121-123.

CHAMINADE, R. 1964. Diagnostic des carences minerales du sol par l'experimentation en petit vases de vegetation. *Science du sol. Duxième Semestre.* s/p.

CHAMINADE, R. 1965. Recherche sur la fertilité et la fertilization des sols tropicaux. Principes de base et techniques. *Agron. Trop.* 20: 1014-1017.

HAGEMAN, R. H., D. FLESHER, J. J. WABOL Y D. H. STORCK. 1961. An improved nutrient culture technique for growing corn under greenhouse conditions. *Agron. J.* 53: 175-180.

HARDY F. Y R. BAZAN. 1966. The maize microplat method of soil testing. *Turrialba* 16: 267-270.

HEWITT, E. J. 1966. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. 2nd edition. Commonwealth Agricultural Bureauz, Farnham Royal, Bucks, Englan. (Tech. Comm. 22).

HOAGLAND, D. R. Y D. I. ARNON. 1950. The water culture method for growing plants without soil. *California Agr. Exp. Sta. Arc.* 347.

JENNY. H., J. VLAMIS Y W. MARTIN. 1950. Greenhouse assay of California Soils. *Hilgardia* 20: 18.

LAIRD. R. J. 1968. Field technique for fertilizer experiments. CIMMYT, El Batán, México.

LAWRENCE, W. J. C. 1955. Techniques for experiments with pot plants. *Plant Soil* 6: 332-346.

MARTIN, J. A. 1969. La microparcela de campo como un método biológico rápido para evaluar la fertilidad del suelo. *Turrialba* 19: 261-266.

MARTINI, J. 1970. Caracterización del estado nutricional de los principales andosoles de Costa Rica, mediante la técnica del elemento faltante en el invernadero. *Turrialba* 20: 74-84.

MEHLICH A., E. B. BRED, Y E. TRUOG. 1934. The Cunninghamella plaque phosphorus in soil. *Soil. Sci.* 35: 445-461.

MEHLICH A., E. B. TRUOG, E. B. FRED. 1933. The *Aspergillus niger* method of measuring available potassium in soil. *Soil. Sci.* 35: 259-279.

MITSCHERLICH, E. A. 1909. Das gesetz des minimus und das gesetz der abnehmenden bodenertrages. *Landw. Jarhrb.* 38: 537-552.

MULDER, E. G. 1939-1940. On the use of microorganism in measuring a deficiency of copper, magnesium and molibdenum in soils. *Antony wan Leeuwenhoek* 6: 99-109.

NEUBAUER, H. Y W. SCHNEIDER. 1923. Die nahrungsaufnahme des keinpflanzen un anwendung auf die bestimmung des narhstonffagehalts der boden. *Ztschr, Pflanzenernarh u, Dungung* (A) 2: 329-362.

NIKLAS, H., H. POSCHEURIEDER Y J. TRISCHLER. 1930. Eine neue microbiologische methods zur feststellung der magnesia.

SACKETT, W. G. Y L. C. STEWART. 1931. A bacterial method for determining mineral soil deficiencies by use of the soil plaque. *Colo. Agro. Exp. Sta. Bull* 375.

SCHENKEL, G. Y P. BAHERLE. 1970. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. II. Método usado. *Agric. Tecn. (Chile)* 31: 9-24.

SCHENKEL, G. 1971a. Evaluación de la fertilidad de un suelo, mediante la producción de materia seca en ensayos de macetas. I. Representaciones gráficas usadas. *Turrialba* 21: 253-262.



- SCHENKEL, G. 1971b. Evaluación de la fertilidad de un suelo mediante la producción de materia seca en ensayos de macetas. II. Diagramas de fertilidad. Turrialba 2: 263-271.
- SCHUSTER, C. E. Y R. E. STEPHENSON. 1940. Sunflower as an indicator plant of boron deficiency in soils. J. Am. Soc. Agron. 32: 607-621.
- STEPHENSON, G. E. AND C. E. SCHUSTER. 1941. Laboratory, greenhouse, and field methods of studying fertilizer needs. Soil Sc. 52: 137-152.
- STEWART, R. 1932. The Mistscherlich, Wismann, and Neubauer methods for determining the nutrient content of soil. Imp. Bur. Soil Sci. Tech. Comm. 25: 1-46.
- TERMAN, G. L., D. R. BOULDIN Y J. R. WEBB. 1962. Evaluation of fertilizer by biological methods. Adv. Agron. 14: 265-319.
- TERMAN, G. L. 1974. Amounts of nutrients supplies for crops grown in pot experiments. Comm. Soil. Sci. Plant Anal. 5: 112-121.
- THURNTON S., F. 1935. Soil and fertilizer studes by means of the eubauer method. Ind. Agr. Exp. Sta. Bull. 336.
- VANDECAVEYE, S. C. 1948. Biological methods of determining nutrients in soils, pp. 199-230. En H. Broedel-Kitchen (ed.). Diagnostic techniques for soils and crops and crops. American Potash Institute, Washington, D. C.
- WINOGRADSKY, S. 1925. Studes sur la microbiologie du sol II. Sur les microbes fixateurs d'azote. Ann. Inst. Pasteur 40: 455-520.
- WINOGRADSKY, S. 1927. Studes sur la microbiologie du sol: III. sur le puvior fixateur des terres. Ann. Inst. Pasteur 42: 36-62.

#### **AGRICULTURA SOSTENIBLE**

- BEETS, W. C. 1990. Reasons and sustaining productivity of smallholder farming systems in the tropics. AgBé Publishing, Alkmaar, Holland.
- COLEGIO DE POSTGRADUADOS. 1991. Agricultura sostenible: una opción para el desarrollo sin deterioro ambiental. Memorias del Primer Simposio Nacional. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx.
- COLEGIO DE POSTGRADUADOS. 1992. Agricultura sostenible: un enfoque ecológico, socioeconómico y de desarrollo tecnológico. Memorias del Segundo Simposio y Primera Reunión Nacional. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx.
- COLEGIO DE POSTGRADUADOS. 1993. Agricultura sostenible: importancia y contribución de la agricultura tradicional. Memorias Segunda Reunión Nacional y Primer Simposio Internacional. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx.
- EDENS, T. C., C. FRIDGEN, AND S. L. BATTENFIELD. 1984. Sustainable agriculture and integrated farming systems. Michigan State University Press, East Lansing, Michigan.
- EDWARDS, C. A., R. LAL, P. MADDEN, R. H. MILLER, AND G. HOUSE (Eds.). 1989. Sustainable agricultural systems. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa.
- FERRERA C., R. Y R. QUINTERO L. (Eds.). 1993. Agroecología, sostabilidad y educación. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx.
- FRANCIS, C. A. (Eds.). 1986. Multiple cropping system. McMillan Publishing Co., New York, N. Y.
- FRANCIS, C. A., C. B. FLORA, L. D. KING (Eds.). 1990. Sustainable agriculture in temperature zones. John Wileys & Sons, New York, N. Y.
- LAL, R. Y F. J. PIERCE (Eds.). 1991. Soil management for sustainability. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1989. Alternative agriculture. National Research Council, National Academy Press, Washington, D. C.
- RAGLAND, J. AND R. LAL. 1993. Technologies for sustainable agriculture in the tropics. ASA Especial Publication 56. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Programa de Estudios

**TÍTULO DEL CURSO:** TECNOLOGIA Y USO DE FERTILIZANTES  
**PROFESOR TITULAR:** DR. ROBERTO NUÑEZ ESCOBAR  
**CLAVE DE PROFESOR:** X00037  
**COLABORADOR (ES):** DR. FRANCISCO GAVI REYES  
**(ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR)** X01500  
**CORREO ELECTRÓNICO:** ronues@colpos.mx  
**TELÉFONO:** (595)95 20200 Ext. 1220  
**CLAVE DEL CURSO:** EDA633

**EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO:** Edafología/Nivel 2/ Oficina 317  
**PRE-REQUISITOS:** EDA631

## TIPO DE CURSO:

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-Práctico

## PERIODO:

- Primavera  
 Verano  
 Otoño  
 No aplica

## SE IMPARTE A :

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

## MODALIDAD:

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

**CRÉDITOS:** 3  
**HORAS:** 45  
**TEORÍA:**  
**Presenciales:** 45  
**Extra clase:** 147  
**Total:** 192

**HORAS PRÁCTICA:** 57  
**LABORATORIO:** 2  
**CAMPO:** 40  
**INVERNADERO:** 15

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

## OBJETIVOS GENERAL DEL CURSO

1. Familiarizar al estudiante con las características, propiedades y requerimientos de manejo de los diferentes fertilizantes sean convencionales, de lenta liberación u organominerales.
2. Conocer las transformaciones químicas, bioquímicas y procesos físicos de los diferentes fertilizantes en el suelo, así como la influencia de los factores edáficos, climáticos y de manejo en dichos procesos.
3. Conocer la naturaleza y forma de acción de aditivos tales como los mejoradores de suelos, los inhibidores de nitrificación y de ureasa, para elevar la eficiencia de los fertilizantes.

4. Identificar las interacciones entre los abonos orgánicos y los fertilizantes químicos, para decidir su mejor complementación.
5. Dominar las técnicas de evaluación de la eficiencia agronómica y económica de los fertilizantes bajo distintas condiciones de manejo.
6. Desarrollar en el alumno un criterio suficiente para poder seleccionar los fertilizantes idóneos a cada sistema productivo y decidir la forma y momento más apropiado de su aplicación, a fin de lograr la máxima eficiencia de utilización, con el mínimo riesgo de contaminación ambiental.

<b>HORAS ESTIMADAS</b>	<b>TEMAS Y SUBTEMAS</b>
1	1. Introducción. Objetivos, contenido y mecánica operativa del curso.
1	2. Datos históricos sobre el uso de fertilizantes.
2	3. Producción, comercio y consumo de fertilizantes
2	4. Terminología y clasificación de fertilizantes.
2	5. Fertilizantes nitrogenados.
2	6. Criterios de selección de fertilizantes nitrogenados.
3	7. Importancia de la fuente, forma y oportunidad de aplicación del nitrógeno.
1	8. Técnicas de evaluación agronómica de los fertilizantes.
2	9. Técnicas isotópicas en estudios de la dinámica del nitrógeno en el suelo.
3	10. Liberación controlada del nitrógeno en el suelo: Fertilizantes recubiertos, fertilizantes de solubilidad lenta, inhibidores de nitrificación, inhibidores de ureasa, zeolitas.
1	11. Aplicación de fertilizantes sólidos.
3	12. Propiedades físicas de los fertilizantes sólidos y sus mezclas.
1	13. Fertilizantes fluidos: síntesis y propiedades.
3	14. Fertirrigación e hidroponía: Preparación y aplicación de soluciones fertilizantes.
1	15. Fertilización foliar.
1	16. Rocas fosfóricas: propiedades y aptitudes de utilización.
1	17. Técnicas para aumentar la eficiencia agronómica de rocas fosfóricas
3	18. Fertilizantes fosfatados de alta solubilidad. Propiedades y comportamiento.
1	19. Fertilizantes potásicos: características y criterios de selección.
3	20. Proveedores de nutrientes secundarios: Encalado de suelos ácidos. Interacción azufre x micronutrientes.

3	21. Proveedores de micronutrientes. Eficiencia de diferentes fuentes y formas de aplicación. Toxicidades e interacciones.
3	22. Abonos orgánicos y mejoradores de suelos: clasificación, naturaleza y propiedades. Manejo de abonos orgánicos: composteo, biodigestión. Síntesis de fertilizantes organominerales.
1	23. La fertilización bajo labranza de conservación y en agricultura orgánica.
1	24. Los fertilizantes y la calidad ambiental.
45	Total horas de clase

---

### LISTA DE PRÁCTICAS

1. Visita a planta productora de fertilizantes
2. Identificación de los diferentes fertilizantes usados en México.
3. Visita a una Bodega Distribuidora de Fertilizantes.
4. Recorridos de campo para observar diferentes técnicas de aplicación de fertilizantes.
5. Determinación práctica de compatibilidad de mezclas de fertilizantes.
6. Diferentes ejercicios matemáticos relacionados con los temas del curso.
7. Presentación de un tema por cada alumno, en forma de seminario.
8. Ensayo de invernadero sobre comparación de técnicas de fertilización.

### RECURSOS DIDÁCTICOS

1. Proyector de transparencias
2. Cañón
3. Pizarrón
4. Material impreso

### NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Normas de Evaluación:

Dos exámenes parciales	30%
Un examen final	40%
Ejercicios fuera de clase	10%
Prácticas	10%
Seminario	10%
Total	100%

Procedimientos de evaluación:

Examen final

I

### BIBLIOGRAFÍA

- Adams, F. (Ed.). 1984. Soil acidity and liming. 2ª. Edición. ASA Monograph 12. American Soc. of Agronomy. USA.
- Alcántar G., G. y L. Trejo T. (eds.). 2007. Nutrición de cultivos. Editorial Mundiprensa-CP. 438 p.
- Cadahia L., C. 1998. Fertirrigación de cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

- Castellanos, J.Z.; J.X. Uvalle Bueno, A. Aguilar Santelises. 2000. Manual de Interpretación de análisis de suelos y aguas. Segunda edición. Colección INCAPA. San Miguel Allende, Gto., México. 226 p.
- Collings, G.H. 1955. Commercial Fertilizers. 5ª. Edición. McGraw Hill Book Co.
- Colwell, J.D. 1994. Estimating fertilizer requirements. CAB International. Inglaterra.
- Engelstad, O.P. (Ed.). 1985. Fertilizer Technology and Use. 3ª. Edición. Soil Science Society of America. Madison, WI, USA.
- Follett, R.F. *et al.* 1991. Managing nitrogen for groundwater quality and farm profitability. Soil Science Soc. America. USA.
- Hagin, J. y B. Tucker. 1982. Fertilization of dryland and irrigated soils. Springer-Verlang.
- Hauck, R.D. (Ed.) 1985. Nitrogen in crop production. American Society of Agronomy. Madison, WI, USA.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 1999. Soil Fertility and Fertilizers. 6ª. Edición. Prentice Hall. U.S.A.
- IFDC-UNIDO. 1998. Fertilizer Manual. Kluwer Academic Publishers. UNIDO. International Fertilizer Development Center. Muscle Shoals, AL. U.S.A.
- Khasawneh, F.E., E.C. Sample and E.J. Kamprath (Eds.). 1980. The Role of Phosphorus in Agriculture. Soil Sci. Soc. Amer. U.S.A.
- López J., Rodrigo; J.M. Hernández Abreu; A. Pérez Regalado y J.F. González Hernández. 1992. Riego localizado. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Mortvedt, J.J. (Ed.). 1991. Micronutrients in agriculture. 2ª. Edición. Soil Science Society of America. U.S.A.
- Munson, R.D. (Ed.). 1985. Potassium in Agriculture. American Society of Agronomy. U.S.A.
- National Plant Food Institute, 1995. Manual de Fertilizantes. Evaluación de la 2ª Edición. Editorial LIMUSA, SA de CV. México.
- Nelson, L.B. 1968. Changing patterns in fertilizer use. Soil Science Society of America. U.S.A.
- Pierzynski, G.M., J.T. Sims and G.F. Vance. 2000. Soils and Environmental Quality. 2ª. Edición. CRC Press, U.S.A.
- Resh, H.M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4ª. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Salgado G., S. y R. Núñez E. 2010. Manejo de Fertilizantes Químicos y Orgánicos. Editorial CP-Mundiprensa. 146 p.
- Shoji, S. y A.T. Gandeza (Eds.). 1992. Controlled release fertilizers. Tohoku University, Sendai, Japan.
- Tabatabai, M.A. (Ed.). 1986. Sulfur in Agriculture. ASA Monograph 27. American Society of Agronomy. U.S.A.
- Terman, G.L. y O.P. Engelstad. 1976. Agronomic evaluation of fertilizers, principles and practices. Boletín. Y-21, T.V.A. IFDC, Muscle Shoals, AL. USA.
- Trenkel, M.E. 1997. Controlled-Release and Stabilized Fertilizers in Agriculture. International Fertilizer Industry Association. Paris. 151 p.
- Trinidad S., A. 1987. El uso de abonos orgánicos en la producción agrícola. Serie Cuadernos de Edafología 10. CEDAF. CP. Chapingo, México.
- Wallace, A. y R.E. Terry. 1997. Handbook of Soil Conditioners. Marcel Dekker, Inc., N.Y. USA.



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Programa de Estudios

## FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES

TITULO DEL CURSO:		<b>Manejo de la fertilización orgánica y mineral</b>	
PROGRAMA DE POSTGRADO:		<b>Edafología</b>	
CURSO:		<b>Presencial Regular</b>	
PROFESOR TITULAR:		<b>Arturo Galvis Spinola</b>	
CLAVE DE PROFESOR:		<b>X01085</b>	
COLABORADOR (ES):			
(ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR)			
CORREO ELECTRÓNICO:		galvis@colpos.mx	
TELÉFONO:	<b>5951255598</b>	EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO	<b>Edafología e Hidroci</b>
CLAVE DEL CURSO:	<b>EDA634</b>	PRE-REQUISITOS:	<b>Ninguno</b>
TIPO DE CURSO:		PERIODO:	
<input type="checkbox"/>	Teórico	<input checked="" type="checkbox"/>	Primavera
<input type="checkbox"/>	Práctico	<input type="checkbox"/>	Verano
<input checked="" type="checkbox"/>	Teórico-Práctico	<input type="checkbox"/>	Otoño
SE IMPARTE A :		MODALIDAD:	
<input checked="" type="checkbox"/>	Maestría en Ciencias	<input checked="" type="checkbox"/>	Presencial
<input checked="" type="checkbox"/>	Doctorado en Ciencias	<input type="checkbox"/>	No presencial
<input type="checkbox"/>	Maestría Tecnológica	<input type="checkbox"/>	Mixto
CRÉDITOS:	<b>3</b>	HORAS PRÁCTICA:	
HORAS TEORÍA:		LABORATORIO	<b>15</b>
Presenciales	<b>48</b>	CAMPO	<b>4</b>
Extra clase	<b>141</b>	INVERNADERO	
Total	<b>192</b>	Total	<b>19</b>

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

<b>OBJETIVO GENERAL DEL CURSO</b>
<b>Analizar los componentes y flujos de la cinética nutrimental en el sistema de producción agro-silvo-pastoril, para discutir y discernir aquellas variables que permitan definir las estrategias de manejo más convenientes para prevenir o corregir, según sea el caso, los desórdenes nutrimentales de manera rentable y oportuna</b>







CURSO:	<b>EDA634 Manejo de la fertilización orgánica y mineral</b>
PROGRAMA DE POSTGRADO:	<b>Edafología</b>

<b>NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN</b>
Normas de evaluación
<b>Participación activa de todos los estudiantes durante cada sesión</b>
<b>No usar celulares durante la clase o en las prácticas</b>
<b>Cumplir de manera cabal con las tareas en forma y fondo</b>
<b>Cumplir de manera cabal con las prácticas y actividades extra clase</b>
<b>Presentar a tiempo todos los exámenes breves y parciales</b>
Procedimiento de evaluación
<b>Exámenes breves sorpresa (5 minutos de duración al iniciar la clase). Valen 20% de la calificación</b>
<b>Tareas, reportes de prácticas y actividades extra clase. Este rubro vale 30% de la calificación final</b>
<b>Dos exámenes parciales escritos, uno al terminar el tema 3 y comprende los tres primeros temas</b>

CURSO:	<b>EDA634 Manejo de la fertilización orgánica y mineral</b>
PROGRAMA DE POSTGRADO:	<b>Edafología</b>

BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA (AUTOR, AÑO, TÍTULO, EDITORIAL, FECHA, EDICIÓN)
<b>Agren, G., Andersson, F.O. 2012. Terrestrial ecosystem ecology. Principles and applications. Cambridge University Press, 2012.</b>
<b>Bal, S.K., Mukherjee, J., Choudhury, B.U., Dhawan, A.K. 2018. Advances in crop environment interactions. CRC Press, Taylor &amp; Francis Group, LLC, 2018.</b>
<b>Darlington, R.B., Hayes, A.F. 2017. Regression analysis and linear models. Concepts, applications, and programming. Wiley, 2017.</b>
<b>Fageria, N.K. 2009. The use of nutrients in crop plants. CRC Press, Taylor &amp; Francis Group, LLC, 2009.</b>
<b>Harrell, F.E. Jr. 2015. Regression modeling strategies. With applications to linear models, logistic regression, and generalized additive models. CRC Press, Taylor &amp; Francis Group, LLC, 2015.</b>
<b>Harrison, R.M. 2007. Principles of environmental chemistry. Published by The Royal Society of Chemistry, 2007.</b>
<b>Hazelton, P., Murphy, B. 2016. Interpreting soil test results. What do all the numbers mean? CSIRO, 2016.</b>
<b>Jenks, M.A., Hasegawa, P.M. 2014. Plant abiotic stress. Wiley Blackwell, 2nd Edition, 2014.</b>
<b>Kabata-Pendias, A., Mukherjee, A.B. 2007. Trace elements from soil to human. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.</b>
<b>Kersebaum, K.C., Hecker, J-M., Mirschel, W., Wegehenkel, M. 2004. Modelling water and nutrient use in crop production. Springer, 2004.</b>
<b>Leclerc, M.Y., Foken, T. 2014. Footprints in micrometeorology and ecology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014.</b>
<b>Marschner, P., Rengel, Z. 2007. Nutrient cycling in terrestrial ecosystems. Springer Australia, 1st Edition, 2007.</b>
<b>Muthu, S.S. 2016. The carbon footprint handbook. CRC Press, Taylor &amp; Francis Group, LLC, Boca Raton, 2016.</b>
<b>Muthu, S.S. 2019. Environmental water footprints: Agricultural and consumer products. Springer, 2019.</b>
<b>Naeem, M., Ansari, A.A., Gill, S.S. 2017. Essential plant nutrients. Uptake, use efficiency, and management. CRC Press, Taylor &amp; Francis Group, LLC, 2017.</b>
<b>Nieder, R., Benbi, D.K. 2008. Carbon and nitrogen in the terrestrial environment. Springer Science+Business Media, 2008.</b>
<b>Rakshit, A., Singh, H.B., Sen, A. 2015. Nutrient use efficiency: from basics to advances. Springer, 2015.</b>
<b>Sparks, D.L. 2003. Environmental soil chemistry. Elsevier Science, USA, 2nd Edition, 2003.</b>
<b>Stern, N., Stern, N.H. 2007. The economics of climate change: The Stern review. Cambridge University Press, 2007.</b>
<b>Torn, M.S., Swanston, C.W., Castanha, C., Trumbore, S.E. 2016. Storage and turnover of organic carbon in soil. Annual Review of Earth and Planetary Science, 2016.</b>



**TÍTULO DEL CURSO** PRODUCTIVIDAD DE AGROSISTEMAS  
**PROFESOR TITULAR** Antonio Turrent Fernández  
**CLAVE DE PROFESOR** 7017  
**COLABORADOR (ES)**  
**CLAVE DE PROFESOR**  
**CORREO ELECTRÓNICO** [aturrent@colpos.mx](mailto:aturrent@colpos.mx)  
**TELÉFONO** 01(55) 5562 0693 EST 502  
Clave del curso EDA-635 Pre-requisitos EST 601

**Tipo de curso:**

- Teórico
- Práctico
- Teórico-práctico
- 

**Periodo:** OTONO

- Primavera
- Verano
- Otoño

**Se imparte a:**

- Maestría en Ciencias
- Doctorado en Ciencias
- Maestría Tecnológica
- 

**Modalidad:**

- Presencial
- No presencial
- Mixto

**Créditos** 4  
**Horas teoría**  
**Presenciales**  
**74.5**  
**Extra clase**  
**223.5**  
**Total 298**

**Horas práctica**  
**Laboratorio 23**

**Campo**

**Invernadero**

Un crédito equivale a 64 horas totales (16 presenciales y 48 extra clase).

**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

Conocer cuantitativamente la respuesta interactiva de un cultivo a los factores controlables e incontrolables de la producción, como guía para la asignación de los recursos escasos de tierra, trabajo y capital.

Desarrollar tecnologías de producción que aprovechan los efectos prácticos de las interacciones entre el genotipo, las prácticas de manejo y los factores edafoclimáticos.

HORAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
7.5	<b>1. Generalidades</b> 1.1 ley general del rendimiento de los cultivos 1.2 modelos estático y dinámico 1.3 método de campo 1.4 conceptos de región agrícola, sistema agrícola, agrosistema 1.5 cultivos simples y compuestos 1.6 concepto de inaditividad 1.7 paradigmas agrícolas recientes como propuestas para modernizar la agricultura clásica 1.8 etapas del desarrollo tecnológico agrícola regional	Introducción y/o repaso de conceptos que enmarcan la aplicación de Productividad de Agrosistemas a un entorno agrícola variado por su escala de producción y cambiante según paradigmas agrícolas clásicos y modernos.
32.0	<b>2.0 factores controlables de la producción agrícola</b> <b>2.1 caso de un cultivo simple</b> 2.1.1 modelos interactivos 2.1.2 variables auxiliares 2.1.3 matrices experimentales 2.1.4 diseños experimentales 2.1.5 análisis de varianza de un experimento, falta de ajuste 2.1.6 técnicas de regresión 2.1.7 precisión y sesgo 2.1.8 análisis financiero de un experimento  <b>2.2 interacción genotipo por manejo</b> 2.2.1 diseños experimentales 2.2.2 análisis e interpretación 2.2.3 implicaciones tecnológicas  <b>2.3 casos especiales de cultivos compuestos anual-anual y anual-frutal</b> 2.3.1 diseños y matrices experimentales 2.3.2 análisis e interpretación 2.3.3 análisis financiero y de sostenibilidad	Desarrollo de herramientas conceptuales para la evaluación cuantitativa de las respuestas de los cultivos agrícolas, dentro del Modelo Estático Interactivo de la Ley de Respuesta Anual y Multianual de los Cultivos a los factores del manejo, en una localidad.  Desarrollo de herramientas para la evaluación cuantitativa de los factores incontrolables de la producción agrícola dentro de una región agrícola

<b>16.0</b>	<b>3.0 factores incontrolables de la producción</b> 3.1 factores edáficos 3.2 factores climáticos 3.3 factores bióticos 3.4 categorías determinística y estocástica 3.5 funciones de densidad 3.6 análisis como factores primarios, binarios y ternarios 3.7 error en la medición de variables 3.8 casos de cuasi-multicolinealidad	Desarrollo de herramientas para la evaluación cuantitativa de los factores incontrolables de la producción agrícola dentro de una región agrícola
<b>18.0</b>	<b>4.0 ecuaciones empíricas generalizadas para un cultivo-región</b> 4.1 análisis de suficiencia de información 4.2 método de una etapa 4.3 método de tres etapas 4.4 evaluación y validación de una ecuación empírica generalizada 4.5 uso de una ecuación empírica generalizada 4.6 diseño de manuales de diagnóstico-prescripción 4.7 introducción a la georeferenciación de una ecuación empírica generalizada	Evaluación cuantitativa de las interacciones entre los factores controlables e incontrolables de un cultivo en una región agrícola, como apoyo para la prescripción y elaboración de manuales de recomendaciones para la producción.

---

## PRÁCTICAS

Objetivo general: Familiarización de los estudiantes con el uso de herramientas estadísticas para la evaluación de las respuestas interactivas de los cultivos a factores ambientales controlables e incontrolables.

1. Uso de archivos (SAS y EXCEL) de información experimental de cultivos simples y compuestos. Duración 1 hora
2. Uso de variables continuas, auxiliares, polinomios ortogonales y codificación, para la información experimental. Duración 3 horas
3. Análisis combinados de varianza y de regresión en series de experimentos de tipo exploratorio  $2^k$  y de optimización de superficies de respuesta a cultivos simples y compuestos. Duración 6 horas
4. Análisis de la precisión de los rendimientos calculados según la matriz experimental y la posición en el espacio de exploración. Duración 3 horas
5. Análisis financiero de un experimento y de una serie de experimentos. Duración 3 horas
6. Aplicación del análisis gráfico. Duración 1 hora
7. Planificación de experimentos de campo para estudiar la respuesta de los cultivos simples y los compuestos. Duración 3 horas
8. Participación en la colecta y captura de información experimental. Duración 3 horas

## RECURSOS DIDÁCTICOS

Presentaciones en ppt;

Lecturas de folletos y artículos;

Tareas consistentes en escribir ensayos sobre artículos científicos;

Exámenes cortos en cada clase para evaluar asimilación de conceptos.

## EVALUACIÓN

- 1) Exámenes cortos a diario para evaluar el entendimiento de los conceptos discutidos en clase, con valor de un tercio de la calificación global.
- 2) Exámenes de medio curso y final. Con valor de un tercio de la calificación global.
- 3) Tareas con valor de un tercio de la calificación global.

## BIBLIOGRAFÍA

- Andrews, D.J. y A.H. Kassam. 1976. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In: Multiple Cropping. ASA Special Publication no. 27. American Society of Agronomy. Madison, Wis. 378 pp.
- Ángeles-Arrieta, H. 2000. Mejoramiento genético de maíz en México: el INIA, sus antecesores y un vistazo a su sucesor, el INIFAP. *Agric. Tec. Mex.* 26(1):31-48.
- Anónimo. 2005. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. Diario Oficial de la Federación, publicado el 18 de Marzo de 2005. Presidencia de la República. México, D.F.
- Anónimo. 2008. Reglamento de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. Diario Oficial de la Federación, publicado el 19 de Marzo de 2008. Presidencia de la República. México, D.F.
- Bahena, J.B. 2008. Enemigos naturales de las plagas agrícolas: del maíz y otros cultivos. Libro Técnico núm. 5. SAGARPA-INIFAP. Uruapan, Michoacán, México. 180p.
- Bellon M.C., and J. Berthaud. 2004. Transgenic maize and the evolution of landrace diversity in Mexico. The importance of farmer's behavior. *Plant Physiology* 134: 883-888.
- Edwards, A.L. 1984. An introduction to Linear Regression and Correlation. 2<sup>nd</sup> Ed. University of Washington. W.H. Freeman, New York.
- Gámez-Vázquez, A.J.; Ávila-Perches, M.A.; Ángeles-Arrieta, H.; Díaz-Hernández, C.; Ramírez-Vega, H.; Alejo-Jaimes, H.A. y Terrón-Ibarra, A. 1996. Híbridos y Variedades de maíz liberados por INIFAP hasta 1996. Publicación Especial núm.16. INIFAP-SAGAR. México, D.F. 102 p.
- Gámez Vázquez A.J., M.A., Avila Perches, H. Ángeles Arrieta, C. Díaz Hernández, H. Ramírez Vega, A. Alejo Jaimes, y A. Terrón Ibarra. 1996. Híbridos y variedades de maíz liberados por INIFAP hasta 1996. Publicación especial no. 16. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D.F. 99pp.
- González Acuña I.J., A Turrent Fernández y R. Aveldaño Salazar. 1990. Provincias agronómicas de las tierras de labor bajo temporal en México (una primera aproximación). Documento de circulación interna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D.F. 133 pp.
- Goodman, M.M. and W.L. Brown. 1988. Races of corn. In: G.F. Sprague and J.W. Dudley (eds.). *Corn and Corn Improvement*. Agronomy Monographs No.18. American Society of Agronomy: Madison, WI. pp: 33-79.
- Grigg D.B. 1974. *The agricultural systems of the world: an evolutionary approach*. Cambridge University Press. Cambridge, England

- Heady, E.O. 1952. Economics of Agricultural Production and Resource Use. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. 850 pp.
- Hernandez, X.E. 1987. Experiences leading to a greater emphasis on man in ethnobotanical studies. *Econ. Bot.* 41:6-11.
- Hernandez, X.E. 1993. La agricultura tradicional como una forma de conservar el germoplasma de los cultivos *in situ*. In: *Biología, Ecología y Conservación del género Zea*. B F Benz (comp). Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Mex. pp: 243-256.
- Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática. (INEGI). 2009. VIII Censos Agrícola, Ganadero y Forestal 2007. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=17177&s=est>.
- Jenny, H. 1941. Factors of soil formation. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York, N.J.
- Kato T.A. 2006. Variedades transgénicas y el maíz nativo en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 1(2):101-109.
- Laird, R.; Turrent, A.; Volke, V. y Cortés J. I. 1993. La investigación en Productividad de Agrosistemas. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Cuadernos de Edafología núm. 18. Montecillo, Texcoco, México. 42p México. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Grijalbo. México, D.F.
- Laird, R.J. 1968. Field technique for fertilizer experiments. El Batán, Texcoco, México. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. *Res. Bull.* 9.
- Luna V.S., M.J. Figueroa, M.B. Baltasar, L.R. Gomez, R. Townsend and J.B. Schoper. 2001. Maize pollen longevity and distance isolation requirements for effective pollen control. *Crop Sci.* 41: 1551-1557.
- Martínez G. A. 1988. Diseños Experimentales: Métodos y Elementos de Teoría. Editorial Trillas, México, D.F. 756 pp.
- Matsuoka Y., Y. Vigouroux, M.M. Goodman, J. Sanchez, E. Buckler, and J. Doebley. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 99:6080-6084.
- Mercer K.L. and J.D. Wainright. 2008. Gene flow from transgenic maize to landraces in Mexico: An analysis. *Agric. Ecosyst. Environ.* 123: 109-115.
- National Academy of Sciences. 1972. Genetic vulnerability of major crops. N.A.S. Washington, D.C.
- Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD). 2009. Bio Track Product Database. <http://www2.oecd.org/biotech/byldentifier.aspx> (consultado el 20 de Enero de 2009).
- Poluetkov, R.A. y A.G. Topaj. 2001. Crop modeling: Nostalgia about present or reminiscence about future. *Agron J.* 93(3):653-659.
- Quist D., and I. Chapela. 2001. Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature* 414: 541-543.
- Ritchie S.W. and J. Hanway. 1984. How a corn plant develops. Special Report Number 48. Iowa State University of Science and Technology, Ames, Ia. 21 pp.
- Rosati A., and T.M. Dejong. 2003. Estimating Photosynthetic Radiation Efficiency using incident light and Photosynthesis of individual leaves. *Annals of Botany* 91: 869-877. Doi: 10.1093/aob/mcg094
- Sánchez, J.J.; Goodman, M. and Stuber G.W. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Economic Botany Num.* 54, pp 43-59.
- Serratos-Hernández J.A., J.L. Gómez-Olivares, N. Salinas-Arreortua, E. Buendía-Rodríguez, F. Islas Gutiérrez, and A. de Ita. 2007. Transgenic proteins in maize in the soil conservation area of Federal District, Mexico. *Front Ecol. Environ.* 5(5): 247-252.
- SIAP (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera). 2006. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F. <http://www.siap.gob.mx> (Consultado el 19 de mayo de 2010).
- Sifuentes, J.A. 1985. Plagas del maíz en México. Instituto Nacional de Investigaciones



- Agrícolas. Folleto Técnico número 85. México D.F. pp 49.
- Thomas, G.B. 1960. *Calculus and Analytic Geometry*. 3<sup>rd</sup> ed. Addison-Wesley Publishing Company, Inc. Reading, Massachusetts. 1010 pp.
- Turrent-Fernández A. y R.J. Laird. 1975. La matriz experimental Plan Puebla, para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. *Agrociencia* 19:117-143.
- Turrent-Fernández A. 1977. El Agrosistema, un concepto útil dentro de la disciplina de Productividad de Agrosistemas. En: *Contribuciones a la Enseñanza, Investigación y a la Divulgación Agrícola*. Colegio de Postgraduados. Ed. Efraim Hernández Xolocotzi. Pp. 291-319.
- Turrent A., R. Aveldaño y R. Moreno. 1996. Análisis de las posibilidades técnicas de la autosuficiencia sostenible de maíz en México. *Terra*, 14(4): 445-468.
- Turrent A., J.A. Serratos, H. Mejía y A. Espinosa. Liberación comercial de maíz transgénico y acumulación de transgenes en las razas de Maíz Mexicano. *Rev. Fitotec. Mex.* En prensa.
- Turrent Fernández A. 1986. Estimación del potencial productivo actual de maíz y frijol en la República Mexicana. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 165 pp.
- Turrent Fernández A., R. Aveldaño Salazar, y R. Moreno Dahme. 1996. Análisis de las posibilidades técnicas de la autosuficiencia sostenible de maíz en México. *TERRA* 14:445-468.
- Turrent Fernández A., N. Gómez Montiel, J.L. Ramírez Díaz, H. Mejía Andrade, A. Ortega Corona, y M. Luna Flores. 1997. Plan de investigación del sistema Maíz-tortilla en los Estados Unidos Mexicanos. (Documento de circulación interna). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D.F.
- Turrent Fernández A., R. Camas Gómez, A. López Luna, M. Cantú Almaguer, J. Ramírez Silva, J. Medina Méndez, y A. Palafox Caballero. 2004. Producción de maíz bajo riego en el Sureste de México: I. Análisis Agronómico. *Agric. Téc. Méx.* 30:153-167.
- Turrent Fernández A., R. Camas Gómez, A. López Luna, M. Cantú Almaguer, J. Ramírez Silva, J. Medina Méndez, y A. Palafox Caballero. 2004. Producción de maíz bajo riego en el Sureste de México: II. Desempeño financiero y primera aproximación tecnológica. *Agric. Téc. Méx.* 30:205-221
- Turrent-Fernández, A. 1986. Estimación del Potencial Productivo Actual de Maíz y Frijol en la República Mexicana. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 165p.
- Turrent-Fernández, A.; Aveldaño-Salazar, R. y Moreno-Dahme, R. 1996. Análisis de las posibilidades técnicas de la autosuficiencia alimentaria sostenible de maíz en México. *Terra* 14(4):445-468.
- Turrent-Fernández, A. and Serratos-Hernández, J.A.. 2004. Context and background on maize and its wild relatives in Mexico. En: *Commission for Environmental Cooperation of North America, Maize and Biodiversity: The effects of transgenic maize in Mexico*. Montreal, Commission for Environmental Cooperation of North America Secretariat. 55p.
- Turrent-Fernández, A.; Laird, R.J.; Cortés-Flores, J.I. y Volke-Haller, V. 2005. Un reencuentro con la Productividad de Agrosistemas: I. Fundamentos y Herramientas. *Agrociencia* 39(1):29-39.
- Turrent-Fernández, A. y Cortés-Flores, J.I. 2005. La Ciencia y la Tecnología en la Agricultura Mexicana. I: Producción y Sostenibilidad. *Terra* 23:265-272.
- Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad (UCCS, AC). Grupo de Maíz Transgénico. <http://www.unionccs.net> (consultado el 23 de Enero de 2009).

**FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES**

TITULO DEL CURSO:		<b>Microbiología del Suelo</b>	
PROGRAMA DE POSTGRADO:		<b>Edafología</b>	
CURSO:		<b>Microbiología del Suelo</b>	
PROFESOR TITULAR:		<b>Dr. Ronald Ferrera Cerrato</b>	
CLAVE DE PROFESOR:		<b>X00403</b>	
COLABORADOR (ES):		<b>Dr. Alejandro Alarcón/M. en C. María Encarnación Lara Hernánc</b>	
(ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR)		<b>Dr. Alejandro Alarcón: X01755/M. en C. Ma. Encarnación Lara H</b>	
CORREO ELECTRÓNICO:		ronaldfc@colpos.mx	
TELÉFONO:	<b>(595) 9520287</b>	EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO	<b>Edafología/Piso 1/2</b>
CLAVE DEL CURSO:	<b>EDA-641</b>	PRE-REQUISITOS:	<b>Ninguno</b>
TIPO DE CURSO:		PERIODO:	
<input type="checkbox"/> Teórico	<input type="checkbox"/> Práctico	<input checked="" type="checkbox"/> Primavera	<input type="checkbox"/> Verano
<input checked="" type="checkbox"/> Teórico-Práctico		<input type="checkbox"/> Otoño	
SE IMPARTE A :		MODALIDAD:	
<input checked="" type="checkbox"/> Maestría en Ciencias	<input checked="" type="checkbox"/> Doctorado en Ciencias	<input checked="" type="checkbox"/> Presencial	<input type="checkbox"/> No presencial
<input type="checkbox"/> Maestría Tecnológica		<input type="checkbox"/> Mixto	
CRÉDITOS:	<b>4</b>	HORAS PRÁCTICA:	
HORAS TEORÍA:		LABORATORIO	<b>47.5</b>
Presenciales	<b>116</b>	CAMPO	<b>6.5</b>
Extra clase	<b>168</b>	INVERNADERO	<b>0.0</b>
Total	<b>288</b>	Total	<b>54</b>

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

<b>OBJETIVO GENERAL DEL CURSO</b>
<b>Introducir al estudiante al conocimiento básico tanto teórico como aplicado de los grupos microbianos del suelo, su fisiología e interacción con las características físicas, químicas y biológicas del suelo, así como en la evaluación de su influencia en la regulación del reciclaje de nutrientes del suelo y su interacción con las plantas y el</b>

CURSO:	<b>EDA-641 MICROBIOLOGÍA DEL SUELO</b>
PROGRAMA DE POSTGRADO:	<b>EDAFOLOGÍA</b>

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
4	<b>1. INTRODUCCIÓN A LA MICROBIOLOGÍA DEL SUELO</b>	<b>PROPORCIONAR AL ESTUDIANTE</b>
	<b>1.1. ORGANIZACIÓN CELULAR Y TAXONOMÍA DE LOS MICROORGANISMOS</b>	
	<b>1.2. IMPORTANCIA DE LOS GRUPOS MICROBIANOS</b>	
4	<b>2. ECOLOGÍA DE LA RIZÓSFERA</b>	<b>CONOCER LA IMPORTANCIA</b>
	<b>2.1. RIZOSFERA Y EXUDADOS RADICALES</b>	
	<b>2.2. INTERACCIONES MICROBIANAS</b>	
	<b>2.3. MICROORGANISMOS DE IMPORTANCIA AGROPECUARIA</b>	
8	<b>3. MICROFLORA DEL SUELO: IMPORTANCIA Y DIVERSIDAD</b>	<b>CONOCER LA IMPORTANCIA</b>
	<b>3.1. BACTERIAS DE VIDA LIBRE Y SIMBIÓTICAS</b>	
	<b>3.2. HONGOS FILAMENTOSOS</b>	
	<b>3.3. ECOLOGÍA DE LOS HONGOS FITOPATÓGENOS</b>	
	<b>3.4. VIRUS DEL SUELO</b>	
4	<b>4. MICROFAUNA DEL SUELO</b>	<b>DESTACAR LA IMPORTANCIA</b>
	<b>4.1. NEMATODOS</b>	
	<b>4.2. PROTOZOARIOS</b>	
2	<b>5. MESO Y MACROFAUNA DEL SUELO</b>	<b>CONOCER LA FUNCIÓN DE</b>
	<b>5.1. ÁCAROS</b>	
2	<b>6. CICLO DEL CARBONO</b>	<b>QUE EL ESTUDIANTE CONOZCA</b>
	<b>6.1. CONCENTRACIONES DE GASES EN LA ATMÓSFERA</b>	
	<b>6.2. TRANSFORMACIONES MICROBIANAS DE LA MATERIA ORGÁNICA</b>	
4	<b>7. LA MATERIA ORGÁNICA EN LOS AGROECOSISTEMAS</b>	<b>CONCIENCIAR AL ESTUDIANTE</b>
	<b>7.1. DISPONIBILIDAD DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS</b>	
	<b>7.2. QUÍMICA DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS</b>	
	<b>7.3. BIOTRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA</b>	
	<b>7.4. MICROBIOLOGÍA Y BIOQUÍMICA DE LA MATERIA ORGÁNICA</b>	
2	<b>8. RECICLAJE NUTRIMENTAL VÍA MICROBIANA</b>	<b>EL ESTUDIANTE CONOCER</b>
	<b>8.1. CONCEPTOS Y NUEVOS PARADIGMAS DEL RECICLAJE</b>	
	<b>8.2. INTERACCIONES DE LOS COMPONENTES DEL SUELO</b>	
	<b>8.3. MOVILIZACIÓN Y TRANSFERENCIA NUTRIMENTAL</b>	
2	<b>9. TECNOLOGÍA DEL RECICLAJE DE MATERIA ORGÁNICA</b>	<b>INTRODUCIR AL ESTUDIANTE</b>



CURSO:	<b>EDA-641 MICROBIOLOGÍA DEL SUELO</b>
PROGRAMA DE POSTGRADO:	<b>EDAFOLOGÍA</b>

EN CASO DE CURSO TEÓRICO-PRÁCTICO O PRÁCTICO, SE DEBERÁ AGREGAR EL MANUAL DE PRÁCTICAS CORRESPONDIENTE, CUYO FORMATO DE CADA PRÁCTICA, DEBE ESTAR INTEGRADO POR PROTOCOLO, BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA Y EVALUACIÓN. EL PROTOCOLO DE CADA PRÁCTICA DEBE INCLUIR, INTRODUCCIÓN-REVISIÓN DE LITERATURA, MATERIALES Y MÉTODOS, MÁS INDICACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

LISTA DE PRÁCTICAS (TITULO, OBJETIVOS PUNTUAL, NUM. DE HORAS)
<b>1. Manejo de material para estudios microbiológicos. Objetivo: Familiarizar al estudiante con las</b>
<b>2. Cuantificación y aislamiento de bacterias, hongos y actinomicetos. Objetivo: Cuantificar, dife</b>
<b>3. Reconocimiento morfológico de bacterias, hongos y actinomicetos. Objetivo: Identificar med</b>
<b>4. Identificación morfológica de protozoos flagelados, ciliados y amebas) de vida libre del suelo</b>
<b>5. Métodos para medir respiración en suelos. Objetivo: Proporcionar al estudiante métodos acc</b>
<b>6. Cianobacterias y algas: cinética de crecimiento. Objetivo: Conocer la morfología y fisiología e</b>
RECURSOS DIDÁCTICOS
<b>Libros, revistas y manuales de Microbiología.</b>
<b>Equipo, materiales y reactivos propios del laboratorio de microbiología.</b>
<b>Diapositivas y material relacionado.</b>
<b>Salón de clase equipado con computadora y cañón.</b>

CURSO:	<b>EDA-641 MICROBIOLOGÍA DEL SUELO</b>
PROGRAMA DE POSTGRADO:	<b>EDAFOLOGÍA</b>

<b>NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN</b>	
Normas de evaluación	
<b>Reportes individuales de prácticas siguiendo el formato de artículo científico sugerido en la guía.</b>	
<b>Deberá entregarse ocho días después de finalizar la práctica en horario de 8:00 a 15:30 con la siguiente información:</b>	
<b>El tema del seminario de evaluación final se definirá con el profesor responsable y los estudiantes.</b>	
<b>La escritura deberá seguir el formato de Annual Review of Microbiology, excepto la forma de citar.</b>	
<b>Incluida la literatura citada, el escrito constará de 30 cuartillas. Un 70% de la literatura deberá ser de los últimos 5 años.</b>	
<b>Se recomienda utilizar artículos científicos, capítulos de libros, y libros como fuentes de información.</b>	
Procedimiento de evaluación	
<b>Seminario: 70%</b>	
<b>Prácticas: 25%</b>	
<b>Exámenes parciales: 4%.</b>	
<b>Asistencia: 1%</b>	

CURSO:	<b>EDA-641 MICROBIOLOGÍA DEL SUELO</b>
PROGRAMA DE POSTGRADO:	<b>EDAFOLOGÍA</b>

BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA (AUTOR, AÑO, TÍTULO, EDITORIAL, FECHA, EDICIÓN)
1) Alarcón A. y R. Ferrera-Cerrato. 2013. Biorremediación de suelos y aguas contaminadas con
2) Ferrera-Cerrato, R. y A. Alarcón. 2010. Microbiología Agrícola. Ed. Trillas. México, D.F. 681 p.
3) Paul, E. (Editor). 2007. Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry. Colorado State University
4) Fuentes-Dávila G. y R. Ferrera-Cerrato. 2007. Ecología de la Raíz. Sociedad Mexicana de Fitopatología
5) Wall, D.H. 2004. Biodiversity and ecosystems services in soils and sediments. 298 p. Island Press
6) Hartemink, A.E. 2003. Soil fertility decline in the tropics: With case of study on plantations. 37
7) Tortora, G.J., Berdell, R.F., and Ch. L. Case. 2002. Microbiology introduction. Benjamin Cummings
8) Sylvia, D.M., P.G. Hartel, J.J. Furhmann, and D.A. Zuberer. 2005. Principles and applications of
9) Brussard, L. and R. Ferrera-Cerrato. 1997. Soil ecology in sustainable agricultural systems. C
10) Ferrera-Cerrato, R. y J. Pérez-Moreno. 1995. Agromicrobiología, elemento útil en la agricultura
11) Álvarez-Solís, J.D. y R. Ferrera-Cerrato. 1994. Los microorganismos del suelo en la estructura
12) Alexander, M. 1980. Introducción a la Microbiología del suelo (Traducción J.J. Peña Cabriale
Algunas revistas electrónicas sugeridas con publicación periódica (Journal Citation Reports):
Applied and Environmental Microbiology. ISSN 0099-2240
Applied Microbiology and Biotechnology. ISSN 0175-7598
Brazilian Journal of Microbiology. ISSN 1517-8382
Canadian Journal of Microbiology. ISSN 0008-4166
Current Opinion in Microbiology. ISSN 1369-5274
Environmental Microbiology. ISSN 1462-2912
Environmental Microbiology Reports. ISSN 1758-2229
FEMS Microbiology Ecology. ISSN 0168-6496
International Microbiology. ISSN 1139-6709
Journal of Applied Microbiology. ISSN 1364-5072
Journal of Eukaryotic Microbiology. ISSN 1066-5234

**FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES**

TITULO DEL CURSO:		<b>Microbiología Ambiental</b>	
PROGRAMA DE POSTGRADO:		<b>Edafología</b>	
CURSO:		<b>Teórico-práctico</b>	
PROFESOR TITULAR:		<b>Ma. del Carmen Angeles González Chávez</b>	
CLAVE DE PROFESOR:		<b>A01176</b>	
COLABORADOR (ES):			
(ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR)			
CORREO ELECTRÓNICO:		carmeng@colpos.mx	
TELÉFONO:	<b>55-58-04-59-00</b>	EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO	<b>Edafología/229</b>
CLAVE DEL CURSO:	<b>EDA-642</b>	PRE-REQUISITOS:	<b>• Conocimientos bás</b>
TIPO DE CURSO:		PERIODO:	
<input type="checkbox"/>	Teórico	<input type="checkbox"/>	Primavera
<input type="checkbox"/>	Práctico	<input type="checkbox"/>	Verano
<input checked="" type="checkbox"/>	Teórico-Práctico	<input checked="" type="checkbox"/>	Otoño
SE IMPARTE A :		MODALIDAD:	
<input checked="" type="checkbox"/>	Maestría en Ciencias	<input checked="" type="checkbox"/>	Presencial
<input checked="" type="checkbox"/>	Doctorado en Ciencias	<input type="checkbox"/>	No presencial
<input type="checkbox"/>	Maestría Tecnológica	<input type="checkbox"/>	Mixto
CRÉDITOS:	<b>3</b>	HORAS PRÁCTICA:	<b>50</b>
HORAS TEORÍA:	<b>40</b>	LABORATORIO	<b>10</b>
Presenciales	<b>35</b>	CAMPO	
Extra clase		INVERNADERO	
Total	<b>78</b>	Total	<b>60</b>

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

<b>OBJETIVO GENERAL DEL CURSO</b>
<b>Que los estudiantes conozcan la importancia de los microorganismos en el medio ambiente y su participación en el control de la contaminación.</b>



Microbiología Ambiental

**Edafología**

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
1	<b>Introducción</b>	Definir la forma de trabajar en el curso
3	Aspectos generales de microbiología ambiental	Conocer la historia de la microbiología ambiental a lo largo de la historia
	Historia de la microbiología ambiental	
3	Microorganismos como contaminantes	Conocer cómo funcionan como contaminantes
	Aire, agua, suelo, plantas	
3	Diferencial de degradación y transformación de elementos	Conocer el papel que la rizosfera tiene en la degradación
	Definición de la rizosfera	
	Microorganismos de la rizosfera	
	Participación de las plantas en la modificación de la rizosfera	
	Microorganismos que participan en la degradación de compuestos orgánicos	
3	<b>Biopelículas</b>	Conocer el papel de las biopelículas en los diferentes procesos
	Definición de biopelículas	
	Características de las biopelículas	
	Comunidades asociadas a las biopelículas	
	Problemas que generan las biopelículas	
	Aplicación de las biopelículas en el campo alimentario, médico, industrial y ambiental	
6	Metales pesados o elementos potencialmente tóxicos	Conocer el papel que desempeñan en el proceso biogeoquímico
	Definición de metales pesados	
	Efecto de los metales pesados sobre los microorganismos	
	Mecanismos de respuesta en microorganismos y plantas	
	Remediación de suelos contaminados con metales pesados	
	Remediación de suelos contaminados con metales pesados	
4	<b>Hidrocarburos</b>	Conocer el papel que desempeñan los microorganismos en el control de hidrocarburos
	Fuentes y componentes básicos de hidrocarburos	
	Efecto de hidrocarburos en los microorganismos del suelo	
	Mecanismos de la biodegradación de hidrocarburos	
	Alternativas biológicas de la remediación de hidrocarburos	
	Hidrocarburos recalcitrantes y peligrosos	
4	<b>Cambio climático y microorganismos</b>	Conocer el papel que desempeñan los microorganismos en la influencia del cambio climático

**Microbiología Ambiental**  
**Edafología**

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
	Impacto del cambio climático en la agricultura	
	Impacto del manejo de cultivos en el clima	
	to de gases con efecto invernadero en la biota del s	
	croorganismos sobre la producción de gases con efe	
	ción de los microorganismos en el secuestro de C en	
	s en la tecnología de producción para disminuir efect	
6	Biotecnología ambiental en la agricultura	ienen en los avances que la bi
	Tecnología de la limpieza	
	claje de materia orgánica: Compostas y vermicompo	
	Biofertilizantes e inoculantes microbianos	
	Plaguicidas microbianos	
	Bioplásticos	
6	ogía molecular y tecnologías de remediación de sitide las técnicas de biología mc	
	ovedosas para el estudio de la remediación de sitios	
	microbiana como una alternativa para poblaciones n	
	Biología molecular para la limpieza de contaminantes	
	Termino "Omics" útil para la remediación	
2	<b>rijías emergentes relacionadas con la microbiolog</b>	tecnologías innovadoras para
6	Nanotecnología	nología en el campo agrícola, i
	Definiciones y avances	
	Impacto en la agricultura	
	Desafíos en la remediación del ambiente	
	Uso en el biodeterioro ambiental	
6	Biocombustibles	vas presentes y futuras del usc
	Desarrollo sustentable	
	Seguridad alimentaria	
	Potencialidad en suelos contaminados	



**Microbiología Ambiental**  
**Edfología**

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN
Normas de evaluación
Asistencia y participación al curso 5 %
Reportes de prácticas 10%
Tareas 5 %
Exámenes 20 %
Investigación de tema (seminario escrito) 10%
Presentación del tema investigativo 50 %
Procedimiento de evaluación
Exámenes periódicos, reporte de prácticas, presentación de un seminario oral y escrito, producto de una



**FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES**

TITULO DEL CURSO:	<b>FIJACIÓN SIMBIÓTICA DE NITRÓGENO EN LEGUMINOSAS</b>		
PROGRAMA DE POSTGRADO:	<b>EDAFOLOGÍA</b>		
CURSO:	<b>FIJACIÓN SIMBIÓTICA DE NITRÓGENO EN LEGUMINOSAS</b>		
PROFESOR TITULAR:	<b>JUAN JOSÉ ALMARAZ SUAREZ</b>		
CLAVE DE PROFESOR:	<b>X01417</b>		
COLABORADOR (ES):	<b>RONALD FERRERA CERRATO, JULIÁN DELGADILLO MARTÍNEZ</b>		
(ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR)	<b>RONALD FERRERA CERRATO (X00403), JULIÁN DELGADILLO</b>		
CORREO ELECTRÓNICO:	jalmaraz@colpos.mx		
TELÉFONO:	<b>5959520200 Ext1</b>	EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO	<b>EDA/1er piso</b>
CLAVE DEL CURSO:	<b>EDA643</b>	PRE-REQUISITOS:	<b>NINGUNO</b>
TIPO DE CURSO:	PERIODO:		
<input type="checkbox"/> Teórico <input type="checkbox"/> Práctico <input checked="" type="checkbox"/> Teórico-Práctico	<input type="checkbox"/> Primavera <input checked="" type="checkbox"/> Verano <input type="checkbox"/> Otoño		
SE IMPARTE A :	MODALIDAD:		
<input checked="" type="checkbox"/> Maestría en Ciencias <input checked="" type="checkbox"/> Doctorado en Ciencias <input type="checkbox"/> Maestría Tecnológica	<input checked="" type="checkbox"/> Presencial <input type="checkbox"/> No presencial <input type="checkbox"/> Mixto		
CRÉDITOS:	<b>3</b>	HORAS PRÁCTICA:	
HORAS TEORÍA:		LABORATORIO	<b>36</b>
Presenciales	<b>52</b>	CAMPO	
Extra clase	<b>144</b>	INVERNADERO	
Total	<b>199</b>	Total	<b>36</b>

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

<b>OBJETIVO GENERAL DEL CURSO</b>
<b>CONOCER LA IMPORTANCIA DE LA FIJACIÓN SIMBIÓTICA DE NITRÓGENO EN LA AGRICULTURA, LA ALIMENTACION Y EL AMBIENTE, ASI COMO APRENDER LOS COMPONENTES ESCENCIALES DE LA BIOTECNOLOGÍA QUE SE HA DESARROLLADO EN TORNO AL APROVECHAMIENTO DE LA SIMBIOSIS RIZOBIO - LEGUMINOSA</b>

CURSO:	<b>FIJACIÓN SIMBIÓTICA DE NITRÓGENO EN LEGUMINOSAS</b>
PROGRAMA DE POSTGRADO:	<b>EDAFOLOGÍA</b>

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
5	<b>TEMA 1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>CONOCER LA CLASIFICACIÓN</b>
	1.1. LOS CINCO REINOS DE WHITAKER	
	1.2. SIMBIOSIS: DEFINICIÓN Y TIPOS	
5	<b>TEMA 2. RIZOSFERA Y COMUNIDADES MICROBIAS</b>	<b>CONOCER LA IMPORTANCIA</b>
10	<b>TEMA 3. FIJACIÓN BIOLÓGICA Y EL CICLO GLOBAL DE NITRÓGENO</b>	<b>UBICAR LA FIJACIÓN BIOLÓGICA</b>
	3.1. ENTRADAS Y SALIDAS DE N EN LOS SUELOS	
	3.2. CONTRIBUCIÓN DE LA FIJACIÓN BIOLÓGICA	
	3.3. ORGANISMOS INVOLUCRADOS EN LA FIJACIÓN	
5	<b>TEMA 4. IMPORTANCIA DE LAS LEGUMINOSAS</b>	<b>CONOCER EL ORIGEN Y LA</b>
	4.1. DISTRIBUCIÓN DE LAS LEGUMINOSAS	
	4.2. IMPORTANCIA AGRÍCOLA, FORESTAL Y ORNAMENTAL	
10	<b>TEMA 5. TAXONOMIA, FILOGENIA Y EVOLUCIÓN</b>	<b>APRENDER LA CLASIFICACIÓN</b>
15	<b>TEMA 6. MECANISMOS DE INFECCIÓN</b>	<b>ESTUDIAR EL PROCESO DE</b>
	6.1. EXUDADOS RADICALES	
	6.2. RECONOCIMIENTO ENTRE PLANTA Y BACTERIA	
	6.3. HILO DE INFECCIÓN Y FORMACIÓN DEL NÓDULO	
15	<b>TEMA 7. MÉTODOS DE ESTUDIO DE ECOLOGÍA</b>	<b>CONOCER LOS MÉTODOS DE</b>
	7.1. RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS	
	7.2. SEROLOGÍA	
	7.3. OTRAS TÉCNICAS	
4	<b>TEMA 8. ESTUDIO MOLECULAR DEL MICROBIO</b>	<b>CONOCER MÉTODOS DE U</b>
8	<b>TEMA 9. GENÉTICA DE RIZOBIOS</b>	<b>CONOCER LOS GENES DE</b>
	9.1. GENES NOD Y GENES NIF	
	9.2. FACTORES NOD	
	9.3. NODULINAS	
6	<b>TEMA 10. BIOQUÍMICA DE LA FIJACIÓN DE NITRÓGENO</b>	<b>CONOCER COMO SE LLEVA</b>
	10.1. LA ENZIMA NITROGENASA	
	10.2. EL PROCESO DE FIJACIÓN DE NITRÓGENO	
7	<b>TEMA 11. ESTRUCTURA Y FISIOLÓGIA DE LOS NÓDULOS</b>	<b>ESTUDIAR COMO SE DA EL</b>
	11.1. TIPOS DE NÓDULOS	

CURSO:	<b>FIJACIÓN SIMBIÓTICA DE NITRÓGENO EN LEGUMINOSAS</b>
PROGRAMA DE POSTGRADO:	<b>EDAFOLOGÍA</b>

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
	<b>11.2. EL SIMBIOSOMA</b>	
	<b>11.3. TRANSPORTE DE N Y C EN NÓDULOS</b>	
<b>5</b>	<b>TEMA 12. DOBLE SIMBIOSIS RIZOBIO – MICORRIZAS</b>	
<b>15</b>	<b>TEMA 13. SELECCIÓN DE CEPAS DE RIZOBIOS</b>	<b>SE DARAN LOS LINEAMIENTOS</b>
	<b>13.1. EFECTIVIDAD</b>	
	<b>13.2. COMPETENCIA</b>	
	<b>13.3. SOBREVIVENCIA</b>	
	<b>13.3. OTRAS CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>14</b>	<b>TEMA 14. FACTORES AMBIENTALES EN LA FIJACIÓN</b>	<b>CONOCER CUALES SON LOS</b>
	<b>14.1. HUMEDAD Y TEMPERATURA</b>	
	<b>14.2. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO</b>	
	<b>14.3. FERTILIZANTES NITROGENADOS</b>	
	<b>14.4. ESTACIONALIDAD</b>	
	<b>14.5. CULTIVARES</b>	
<b>16</b>	<b>TEMA 15. MÉTODOS PARA EVALUAR LA FIJACIÓN</b>	<b>APRENDER LOS DIVERSOS</b>
	<b>15.1. NODULACIÓN Y MATERIA SECA</b>	
	<b>15.2. RENDIMIENTO DE N</b>	
	<b>15.3. REDUCCIÓN DE ACETILENO</b>	
	<b>15.4. MÉTODO DE LA DIFERENCIA</b>	
	<b>15.5. TÉCNICAS ISOTÓPICAS DE 15N</b>	
<b>15</b>	<b>TEMA 16. EXPERIMENTOS EN CAMPO PARA EVALUAR</b>	<b>APRENDER CUALES SON LOS</b>
	<b>16.1. SELECCIÓN DEL SITIO</b>	
	<b>16.2. MÉTODO DE INOCULACIÓN</b>	
	<b>16.3. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO</b>	
	<b>16.4. N FIJADO POR DIFERENTES CULTIVOS</b>	
<b>15</b>	<b>TEMA 17. PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE INOCULANTES</b>	<b>EL ESTUDIANTE APRENDE</b>
<b>5</b>	<b>TEMA 18. SIMBIOSIS AZOLLA - ANABAENA</b>	<b>ESTUDIAR LA IMPORTANCIA</b>
<b>15</b>	<b>TEMA 19. BACTERIAS DE VIDA LIBRE FIJADORAS</b>	<b>CONOCER OTROS GRUPOS</b>



CURSO:	<b>FIJACIÓN SIMBIÓTICA DE NITRÓGENO EN LEGUMINOSAS</b>
PROGRAMA DE POSTGRADO:	<b>EDAFOLOGÍA</b>

EN CASO DE CURSO TEÓRICO-PRÁCTICO O PRÁCTICO, SE DEBERÁ AGREGAR EL MANUAL DE PRÁCTICAS CORRESPONDIENTE, CUYO FORMATO DE CADA PRÁCTICA, DEBE ESTAR INTEGRADO POR PROTOCOLO, BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA Y EVALUACIÓN. EL PROTOCOLO DE CADA PRÁCTICA DEBE INCLUIR, INTRODUCCIÓN-REVISIÓN DE LITERATURA, MATERIALES Y MÉTODOS, MÁS INDICACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

LISTA DE PRÁCTICAS (TÍTULO, OBJETIVOS PUNTUAL, NUM. DE HORAS)
<b>1. Morfología nodular y de bacteroides. Objetivo: realizar cortes de nódulos y preparaciones de</b>
<b>2. Aislamiento de rizobios a partir de nódulos. Objetivo: aprender técnicas para aislar cepas de</b>
<b>3. Caracterización microbiológica de cepas de rizobios. Objetivo: aprender técnicas para caract</b>
<b>4. Infección de la raíz por los rizobios en leguminosas. Objetivo: observar las etapas iniciales de</b>
<b>5. Selección de cepas de rizobios en invernadero. Objetivo: aprender a seleccionar cepas de riz</b>
<b>6. Producción de inoculantes de rizobios. Objetivo: aprender la metodología para producir inoc</b>
<b>7. Efecto de pesticidas en la viabilidad de rizobios. Objetivo: evaluar la tolerancia de diferentes</b>
RECURSOS DIDÁCTICOS
<b>Las clases se imparten con ayuda de computadora y cañón de imágenes, se usa pizarrón</b>
<b>Se preparan las clases con la información científica más reciente junto con información clásica</b>
<b>sobre cada tema. Se les da a los estudiantes artículos científicos clave para cada clase.</b>
<b>Se invita uno o dos conferencistas de prestigio que trabajan aspectos relacionados con algún</b>
<b>tema en particular. Las prácticas del curso se imparten en un laboratorio equipado con todo el</b>
<b>material necesario para que estas se lleven a cabo, particularmente se cuenta con cuarto de</b>
<b>siembra, campanas de flujo laminar, microscopios, material y medios de cultivo necesarios</b>
<b>para la parte práctica del curso. Así mismo se cuenta con un invernadero acondicionado para</b>
<b>que los estudiantes puedan establecer su experimento de selección de cepas.</b>

CURSO:	<b>FIJACIÓN SIMBIÓTICA DE NITRÓGENO EN LEGUMINOSAS</b>
PROGRAMA DE POSTGRADO:	<b>EDAFOLOGÍA</b>

<b>NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN</b>	
Normas de evaluación	
<b>En la primera sesión se entrega un programa detallado de los temas que cubrirá el curso, así mismo se da a conocer las normas de evaluación, que consiste en los siguientes puntos:</b>	
<b>Participación y tareas 10%</b>	
<b>Prácticas</b>	<b>30%</b>
<b>Seminario</b>	<b>40%</b>
<b>Examen</b>	<b>20%</b>
Procedimiento de evaluación	
<b>Se considera en la evaluación la participación del estudiante y el interés que muestra sobre los temas tratados en la teoría y en las prácticas. Se evalúa su desempeño y los reportes que entrega. Desde la primera sesión se le indica al estudiante que debe desarrollar un trabajo de revisión bibliográfica relacionado con los temas del curso, el cual lo tiene que entregar en forma escrita y preparar una presentación oral. Se le da seguimiento a éste seminario de revisión bibliográfica durante el desarrollo del curso para que el estudiante al final entregue un trabajo de calidad. Un 40% de la evaluación se basa en el seminario (escrito y oral).</b>	





# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Programa de Estudios

**TÍTULO DEL CURSO:** EL USO DE LA MICORRIZA EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, FRUTÍCOLA Y FORESTAL

**PROFESOR TITULAR:** DR. ALEJANDRO ALARCÓN (Clave profesor: X01755)

**COLABORADOR (ES):** DR. RONALD FERRERA-CERRATO (Clave profesor: X00403)

**CORREO ELECTRÓNICO:** alexala@colpos.mx

**TELÉFONO:** EXT. 1280 EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO EDAFOLOGÍA, MICROBIOLOGÍA

**CLAVE DEL CURSO:** EDA644 **PRE-REQUISITOS:** NINGUNO

## TIPO DE CURSO:

- Teórico
- Práctico
- Teórico-Práctico

## PERIODO:

- Primavera
- Verano
- Otoño
- No aplica

## SE IMPARTE A :

- Maestría en Ciencias
- Doctorado en Ciencias
- Maestría Tecnológica

## MODALIDAD:

- Presencial
- No presencial
- Mixto

## HORAS

<b>CLASE:</b>	
Presenciales	64
Extra clase	128
<b>Total</b>	<b>192</b>

**CREDITOS:** 3

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

## OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Adquirir conocimientos básicos y aplicados relacionados con generalidades de la simbiosis micorrízica, y específicamente de aspectos ecofisiológicos y biotecnológicos de la simbiosis micorrízica arbuscular y de la ectomicorriza. Adicionalmente se brinda a los estudiantes formación en la producción de inoculantes de hongos micorrízicos útiles en la producción agrícola, frutícola, hortícola y forestal, así como generalidades de los hongos comestibles silvestres de México.



## LISTA DE PRÁCTICAS

Práctica 1: Métodos de separación de esporas

Práctica 2: Producción de cultivos puros (Monospóricos y monoespecíficos)

Práctica 3: Métodos de evaluación de la colonización micorrízica

Práctica 4: Principios taxonómicos de glomeromycota

Práctica 5: Colecta de hongos comestibles silvestres ectomicorrízicos en mercados (Análisis taxonómico y potencial biotecnológico)

Práctica 6: Biotecnología y producción de inóculo ectomicorrízico

Práctica 7: Ecología de la ectomicorriza e identificación de hongos ectomicorrízicos (recorrido de campo a zona forestal y recolección de hongos ectomicorrízicos)

Práctica 8: Observación microscópica de las estructuras ectomicorrízicas.

## RECURSOS DIDÁCTICOS

Usualmente las clases teóricas se imparten con la ayuda de imágenes, de artículos científicos o de conferencias usando pizarrón, dependiendo de las temáticas. Se dan lecturas adecuadas a los temas. Las prácticas son efectuadas en dos laboratorios: Laboratorio de Micorrizas y Laboratorio de Fijación de Nitrógeno. Cuando es el caso se utilizan preparaciones microscópicas que muestran aspectos morfoanatómicos de las simbiosis micorrízica. Se invitan en algunas ocasiones a conferencistas de instituciones nacionales de alto prestigio que trabajan con técnicas de vanguardia en la simbiosis micorrízica en el país o a nivel internacional. Asimismo, se utiliza el invernadero para que los estudiantes observen experimentos ya montados, como parte de sus temas de investigación de estudiantes de posgrado del Área de Microbiología de Suelos, de Edafología.

## NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

### Normas de evaluación

Al inicio del curso se entrega un programa detallado del contenido del curso, con las fechas, temas y responsables de los temas teóricos y prácticos. Asimismo se entregan las normas de evaluación del curso, las cuales incluyen participación y tareas 10%, prácticas 40% y seminario de investigación 50%. Este método lleva la ventaja de que los estudiantes desarrollan un seminario de investigación detallado, del cual se analizan avances graduales a lo largo del desarrollo del curso. Se solicita que los reportes de las prácticas se entreguen una semana después de la conclusión de la práctica y se brindan los detalles específicos que deben contener los reportes. Asimismo al inicio del curso se detallan los lineamientos para la elaboración del seminario, tanto del escrito como de la presentación oral que se efectúa al final del curso.

### Procedimiento de evaluación

El procedimiento de evaluación es detalladamente dado a conocer a los estudiantes del curso al inicio del mismo. Se incluyen fechas, temáticas y procedimientos de evaluación. Dentro de los aspectos a evaluar se incluyen tanto la participación en clase y tareas (10%), el reporte de prácticas (40%) y un seminario formal de investigación, el cual es entregado en forma escrita y oral (50%). El manuscrito del seminario de investigación debe contener un número mínimo de citas, de las cuales el 80% deben ser de los últimos 10 años, la presentación oral usualmente es de 20 minutos y se exige que sea de alta calidad, La evaluación se fundamenta en la estructura y presentación del seminario, así como por la calidad de la exposición y defensa del tema. La exposición de seminarios usualmente está abierta a la asistencia del personal académico y estudiantes del Área de Microbiología, así como de invitados pertinentes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, A., R. Ferrera-Cerrato. 1999. Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. *Terra* 17:176-196.
- Alarcón, A., R. Ferrera-Cerrato. 2007. *Microbiología, Agrícola*, Trillas, México, D.F. 568 p.
- Alarcón, A., F.T. Davies Jr., R.L. Autenrieth, D.A. Zuberer. 2008. Arbuscular mycorrhiza and petroleum-degrading microorganisms enhanced phytoremediation of petroleum-contaminated soil. *International Journal of Phytoremediation* 10:251-263.
- Cartmill, A.D, L.A. Valdez-Aguilar, D.L. Bryan, A. Alarcón. 2008. Arbuscular mycorrhizal fungi enhance tolerance of vinca to high alkalinity in irrigation water. *Scientia Horticulturae* 115:275-284.
- Fuentes-Dávila y R. Ferrera-Cerrato. 2007. *Ecología de la Raíz*. Sociedad Mexicana de Fitopatología. 153 p. Segunda Edición.
- Ferrera-Cerrato, R., A. Alarcón. 2001. La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. *Rev. Ciencia ErgoSum* 8:175-183.
- Perea-Estrada, V.M., J. Pérez-Moreno, L. Villarreal-Ruiz, A. Trinidad-Santos, M.L. Isla de Bauer, V.M. Cetina-Alcalá y V.M. Tijerina-Chávez. 2009. Humedad edáfica, nitrógeno y hongos ectomicorrízicos comestibles en el crecimiento de pino. *Revista Fitotecnia Mexicana* 32(2): 93–102.
- Pérez-Moreno J, Read DJ. 2000. Mobilization and transfer of nutrients from litter to tree seedlings via the vegetative mycelium of ectomycorrhizal plants. *New Phytologist* 145: 301-309.
- Pérez-Moreno, J. y D.J. Read. 2001a. Exploitation of pollen by mycorrhizal mycelial systems with special reference to nutrient recycling in boreal forests. *Proceedings of the Royal Society of London* 268:1329-1335.
- Pérez-Moreno, J. y D.J. Read. J. 2001b. Nutrient transfer from soil nematodes to plants: A direct pathway provided by the mycorrhizal mycelial network. *Plant Cell and Environment* 24:1219-1226.
- Pérez-Moreno, J. M. Martínez-Reyes, A. Yescas-Pérez, A. Delgado Alvarado y B. Xoconostle Cázares. 2008. Wild mushroom markets in Central Mexico and a case study at Ozumba. *Economic Botany* 62:425-436.
- Pérez-Moreno, J., A. Lorenzana-Fernández, V. Carrasco-Hernández y A. Yescas-Pérez. 2010. Los hongos comestibles silvestres del Parque Nacional Izta-Popo, Zoquiapan y Anexos. *Colegio de Postgraduados, CONACyT, SEMARNAT*. 167 p.
- Read DJ, Pérez-Moreno J. 2003. Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems - a journey towards relevance? *New Phytologist* 157: 475-492.
- Smith, S.E. y D.J. Read. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, New York, USA. 787 p.
- Velasco-Velasco, J., R. Ferrera Cerrato, J.J. Almaraz S. 2001. Vermicomposta, micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense* en tomate de cáscara. *Terra* 19: 241-248.

**FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES**

TITULO DEL CURSO: INTERACCIÓN MOLECULAR PLANTA- MICROORGANISMO  
 PROGRAMA DE POSTGRADO: EDAFOLOGÍA  
 CURSO: REGULAR  
 PROFESOR TITULAR: DR. DAVID ESPINOSA VICTORIA  
 CLAVE DE PROFESOR A01150  
 COLABORADOR (ES): -----  
 (ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR  
 CORREO ELECTRÓNICO: [despinos@colpos.mx](mailto:despinos@colpos.mx)

TELÉFONO: EXT. 1273 EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO EDAFOLOGÍA E HIDROCIENCIAS  
2ª PLANTA OFICINA. 312  
 CLAVE DEL CURSO: EDA-645 PRE-REQUISITOS: Ninguno

TIPO DE CURSO:

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-Práctico

PERIODO:

- Primavera  
 Verano  
 Otoño

SE IMPARTE A :

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

MODALIDAD:

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

CRÉDITOS: 4

HORAS TEORÍA:

Presenciales **62**  
 Extra clase **200**  
 Total **262**

HORAS PRÁCTICA:

LABORATORIO 26  
 CAMPO \_\_\_\_\_  
 INVERNADERO \_\_\_\_\_

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

**Proveer los conceptos e información necesarios para que el estudiante comprenda la fisiología y biología molecular de la interacción planta-microorganismo. Exponer al estudiante a las técnicas de laboratorio empleadas para el estudio de la interacción planta-microorganismo.**



HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
2.0	<b>REFLEXIÓN FILOSÓFICA SOBRE LOS MÉTODOS CIENTÍFICOS</b>	Que el estudiante reflexione críticamente acerca de la conceptualización tradicional que se tiene del método científico
2.5	<b>EL DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR</b>	Que el estudiante conozca la trascendencia del cambio de paradigmas en la Ciencia
3.0	<b>FUNDAMENTOS DE BIOLOGÍA MOLECULAR</b> a) Estructura de los ácidos nucleicos b) Replicación de los ácidos nucleicos c) Síntesis de proteínas	Que el estudiante reafirme los fundamentos de Biología Molecular
2.5	<b>TÉCNICAS MOLECULARES EMPLEADAS EN MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA</b> a) Resistencia a antibióticos b) Técnicas Serológicas: -Ouchterlony -Inmunofluorescencia -ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) -Anticuerpos policlonales y monoclonales c) Electroforesis: Fundamentos	Que el estudiante conozca las diferentes técnicas empleadas en el estudio de la interacción planta-microorganismo
2.5	<b>TÉCNICAS MOLECULARES EMPLEADAS EN MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA</b> d) Enzimas de restricción (Endonucleasas) e) Southern blot, Northern blot, Western blot y Eastern blot f) Gene Gus	Que el estudiante conozca las diferentes técnicas empleadas en el estudio de la interacción planta-microorganismo
2.5	<b>TÉCNICAS MOLECULARES EMPLEADAS EN MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA</b> g) Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) h) RFLPs, RAPDs, ARDRA	Que el estudiante conozca las diferentes técnicas empleadas en el estudio de la interacción planta-microorganismo
3.0	<b>INTRODUCCIÓN A LA TRANSDUCCIÓN DE SEÑALES</b> a) Tipo de señales: Químicas, Hidráulicas y Eléctricas b) Interacción Receptor- Elicitor c) Mecanismos de transducción	Que el estudiante conozca los tipos e señales que median la interacción planta-microorganismo
2.5	<b>COMUNICACIÓN ENTRE HOSPEDERO Y MICROORGANISMOS</b> a) Inductores bióticos generales b) Inductores raza-específicos c) Inductores abióticos	Que el estudiante analice la naturaleza de los inductores que median la interacción planta-microorganismo
2.5	<b>MECANISMO DE DEFENSA DEL HOSPEDERO CONTRA EL ESTABLECIMIENTO DE MICROORGANISMOS</b> a) Respuesta al establecimiento de microorganismos simbiótico patogénicos b) Respuesta al establecimiento de microorganismos simbiótico mutualistas c) La ruta fenilpropanoide (multigenes PAL y CHS) d) Supresión de defensas activas. Detoxificación	Que el estudiante comprenda las formas en que las plantas responden al establecimiento de microorganismos

2.5	<b>MODIFICACIÓN DE LA FISIOLÓGÍA DEL HOSPEDERO POR EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS</b> a) Efecto de virus, bacterias, hongos y actinomicetos b) Cambio de la relación fuente-demanda c) Alteración de las rutas de asimilación de C y N	Que el estudiante discuta las modificaciones que presenta la planta hospedera como respuesta al establecimiento de microorganismos
2.5	<b>MICROORGANISMOS BIÓTROFOS ECOLÓGICAMENTE OBLIGADOS</b> a) <i>Erysiphe graminis</i> – Cebada b) La respuesta celular c) La respuesta hipersensitiva (HR)	Que el estudiante asocie la respuesta molecular con la respuesta celular en la interacción planta- microorganismo
2.5	<b>PARÁSITOS MOLECULARES</b> a) Clasificación de los virus b) Movimiento y replicación de los virus	Que el estudiante conozca el efecto de los parásitos moleculares en las plantas hospederas
3.0	<b>DIALOGO MOLECULAR DEL SISTEMA AGROBACTERIUM-RAÍZ</b> a) <i>Agrobacterium tumefaciens</i> : Agalla de la corona b) <i>Agrobacterium rhizogenes</i> : "hairy" roots c) Aplicaciones prácticas en Microbiología Agrícola	Que el estudiante valore las bondades del uso de <i>Agrobacterium</i> para la obtención de plantas transgénicas
3.0	<b>TEORÍA "GENE X GENE"</b> a) Genes de avirulencia b) Caso: <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>Glycinea</i>	Que el estudiante analice las ventajas y limitaciones del modelo gene x gene
2.5	<b>TEORÍA "GENE X GENE"</b> c) Genes <i>Hrp</i>	Que el estudiante analice las ventajas y limitaciones del modelo gene x gene
3.0	<b>BIOLOGÍA DE LA ASOCIACIÓN LEGUMINOSA BACTERIA NODULANTE</b> a) Biología de la asociación b) El Concepto "Simbiosoma"	Que el estudiante conozca la biología de la asociación <i>Rhizobium</i> -Leguminosa
3.0	<b>COMUNICACIÓN MOLECULAR EN LA ASOCIACIÓN LEGUMINOSA-RHIZOBIUM</b> a) El fenómeno "ini" b) Nodulinas tempranas y nodulinas tardías c) Mutaciones en los genes <i>exo</i> , <i>lps</i> y <i>cps</i> d) Síntesis del factor <i>nod</i> e) Respuesta hipersensitiva en la asociación	Que el estudiante comprenda el sofisticado intercambio de señales en la asociación <i>Rhizobium</i> -Leguminosa
2.0	<b>BIOLOGÍA MOLECULAR DE LA ASOCIACIÓN HONGO MICORRÍZICO ARBUSCULAR-RAÍZ</b> a) Biología de la interacción b) Evidencias de comunicación c) Especificidad vs Promiscuidad	Que el estudiante conozca la biología de la asociación hongo micorrízico arbuscular-raíz
3.0	<b>COMUNICACIÓN MOLECULAR DE LA ASOCIACIÓN HONGO MICORRÍZICO ARBUSCULAR-RAÍZ</b> a) Elicitación por flavonoides b) Elicitación por isotiocianatos c) Activación transcripcional	Que el estudiante comprenda el sofisticado intercambio de señales en la asociación <i>Rhizobium</i> -Leguminosa
2.0	<b>BIOLOGÍA DE LAS BACTERIAS LIBRE FIJADORAS DE NITRÓGENO</b> a) Fisiología y Ecología b) Bioquímica de la Fijación de N <sub>2</sub> c) Sustancias Promotoras del Crecimiento Vegetal	Que el estudiante conozca la biología de las bacterias libre fijadoras de N <sub>2</sub>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>d) Antagonismo</li> <li>e) Medios de Cultivo</li> </ul>	
2.0	<p><b>DIVERSIDAD GENÉTICA DE BACTERIAS LIBRE FIJADORAS DE NITRÓGENO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Diversidad</li> <li>b) Ensayos de Electroforesis</li> <li>c) Dendrogramas</li> <li>d) Comparación de Poblaciones</li> </ul>	Que el estudiante analice las diferentes especies de bacterias del suelo que son benéficas para las plantas
3.0	<p><b>PAPEL DE LOS ÁCIDOS ORGÁNICOS MICROBIANOS EN EL SUELO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Introducción</li> <li>b) Dinámica de los ácidos orgánicos en la solución del suelo</li> <li>c) Origen de los ácidos orgánicos del suelo</li> <li>d) Solución y movilización de nutrientes por ácidos orgánicos</li> <li>e) Degradación de ácidos orgánicos por microorganismos del suelo</li> <li>f) Interacción de los ácidos orgánicos con la fase sólida del suelo</li> </ul>	Que el estudiante valore el papel de los ácidos orgánicos sintetizados por bacterias habitantes del suelo
2.0	<p><b>RELACIONES ANISOSIMBIÓTICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Definición de Anisimbiosis</li> <li>b) Paradigma de "La Bella Durmiente"</li> <li>c) Diversidad microbiana en el tracto digestivo de la lombriz de tierra</li> </ul>	Que el estudiante conozca la asociación lombriz de tierra-bacteria del suelo
3.0	<p><b>TRANSFORMACIÓN GENÉTICA DE PLANTAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Terminología</li> <li>b) Características de un sistema de transformación</li> <li>c) Tipo de vectores</li> <li>d) Uso de marcadores genéticos</li> <li>e) Métodos de transformación: <ul style="list-style-type: none"> <li>-<i>Agrobacterium tumefaciens</i></li> <li>-Biolística</li> <li>-Electroporación</li> <li>-Microinyección</li> </ul> </li> </ul>	Que el estudiante conozca los procesos involucrados en la transformación de plantas

---

LISTA DE PRÁCTICAS  
(TÍTULO, OBJETIVOS PUNTUAL, NUM. DE HORAS)

---

**PRÁCTICA I**

**TÍTULO:** Preparación de inmunógenos (antígenos) bacterianos.

**OBJETIVO:** Obtener un inmunógeno a partir de células bacterianas vivas.

**NÚMERO DE HORAS:** 4

**PRÁCTICA II**

**TÍTULO:** Obtención de anticuerpos policlonales por inmunización activa de un conejo.

**OBJETIVO:** Obtener anticuerpos policlonales para la detección de una bacteria fitopatógena a partir de la inmunización activa de un conejo.

**NÚMERO DE HORAS:** 4

**PRÁCTICA III**

**TÍTULO:** Inmunodifusión radial simple en placa (Mancini).

**OBJETIVO:** Detectar y cuantificar los anticuerpos producidos durante la inmunización del conejo con una bacteria fitopatógena.

**NÚMERO DE HORAS:** 3

**PRÁCTICA IV**

**TÍTULO:** Doble difusión en placa (Ouchterlony).

**OBJETIVO:** Detectar los anticuerpos producidos mediante la técnica de doble difusión radial en placa.

**NÚMERO DE HORAS:** 3

**PRÁCTICA V**

**TÍTULO:** Aislamiento de DNA de muestras de suelo.

**OBJETIVO:** Aislar DNA de muestras del suelo utilizando el kit de extracción FastDNA®SPIN kit for soil.

**NÚMERO DE HORAS:** 3

**PRÁCTICA VI**

**TÍTULO:** Aislamiento de DNA de bacterias solubilizadoras de fosfato.

**OBJETIVO:** Aislar por medio de un kit de extracción el ADN cromosómico de bacterias solubilizadoras de fosfato.

**NÚMERO DE HORAS:** 3

**PRÁCTICA VII**

**TÍTULO:** Electroforesis de DNA en geles de agarosa.

**OBJETIVO:** Preparar un minigel de agarosa y realizar la electroforesis de ADN, así como la detección del ADN por fluorescencia.

**NÚMERO DE HORAS:** 3

**PRÁCTICA VIII**

**TÍTULO:** Amplificación de DNA por reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

**OBJETIVO:** Conocer y realizar la amplificación de DNA aislado de bacterias solubilizadoras de fosfato por la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

**NÚMERO DE HORAS:** 3

---

RECURSOS DIDÁCTICOS

---

Artículos y capítulos de libro

---

## NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

---

### Normas de evaluación

**No se aplican exámenes memoristas tradicionales durante el curso, debido a que es un curso para estudiantes de postgrado. Se requiere de cada estudiante la entrega de ensayos críticos semanales y de una Revisión Crítica de literatura.**

**Treinta por ciento del total del curso está determinado por las respuestas dadas en las tareas semanales. Cuarenta por ciento corresponde a la Revisión Crítica de Literatura. El restante treinta por ciento está dado por la participación en las actividades de laboratorio así como por la presentación de reportes de cada práctica.**

### Procedimiento de evaluación

**Los ensayos semanales son calificados en una escala de 10-100 y se devuelven al estudiante una semana después de entregados. Se promedian los ensayos programados, calificándose con cero al no entregado. Cada estudiante tiene el privilegio de escoger una interacción planta-microbio; sin embargo, no puede usar ninguno de los ejemplos empleados por el profesor durante su clase. La Revisión Crítica de Literatura se debe realizar individualmente, y consiste de un perfil escrito (con letra Arial, tamaño 12), que no debe exceder de 10 páginas a renglón seguido. De este número de páginas quedan excluidos: título, resumen, referencias bibliográficas así como cuadros y figuras.**

**Se requiere de cada estudiante una presentación oral de 30 min (más 15 min para preguntas y discusión) de los principales puntos de la Revisión Crítica de Literatura.**

**Cada estudiante es responsable de proveer copias de su Revisión al profesor y al resto del grupo por lo menos una sesión antes del día de presentación.**

**No se tolera el plagio. Cualquier estudiante que sea sorprendido copiando tareas o ensayos de compañeros del curso o de cursos anteriores, automáticamente recibirá calificación reprobatoria.**

**La inasistencia es penalizada en la calificación final.**

---

**BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA (AUTOR, AÑO, TÍTULO, EDITORIAL, FECHA, EDICIÓN)**

---

---

**Agrawal, A. & Curtis M. L. 2002.** Infection genetics: gene-for-gene versus matching-alleles models and all points in between. *Evolutionary Ecology Research*: 79–90.

**Bonfante, P. & Genre, G. 2015.** Arbuscular mycorrhizal dialogues: do you speak ‘plantish’ or ‘fungish’? *Trends in Plant Science* 20 (3): 150-154.

**Chen, M., Chory, J. & Fankhauser, C. 2004.** Light signal transduction in higher plants. *Annu. Rev. Genet.* 38:87–117.

**Chia-Fong, W., Shih-Tien, H., Wen-Ling, D., Yu-Der, W. & Hsiou-Chen, H. 2015.** Plant innate immunity induced by flagellin suppresses the hypersensitive response in non-host plants elicited by *Pseudomonas syringae* pv. *averrhori*. *PLoS ONE* 7 (7): 1-12.

**Clark, G.B. Thompson, G Jr. & Roux, S.J. 2001.** Signal transduction mechanisms in plants: An overview. *Current Science*, Vol. 80, No. 2, 25 January 2001.

**Curattia, L. & Rubio, L.M. 2014.** Challenges to develop nitrogen-fixing cereals by direct nif-gene transfer. *Plant Science* 225: 130–137.

**Durrant, W.E & Dong, X. 2004.** Systemic acquired resistance. *Annu. Rev. Phytopathol.* 42:185–209

**Estrada-de los Santos P, Rojas-Rojas FU, Tapia-García EY, Vásquez-Murrieta MS, Hirsch AM. 2015.** To split or not to split: an opinion on dividing the genus Burkholderia. *Ann Microbiol.* DOI 10.1007/s13213-015-1183-1.

**Ferrera-Cerrato, R. & Alarcón, A. 2007.** *Microbiología Agrícola. Hongos, bacterias, microfauna, control biológico y planta-microorganismo.* Editorial Trillas. México. 568. pp.

**Fromm, J. & Lautner, S. 2007.** Electrical signals and their physiological significance in plants. *Plant, Cell and Environment* 30: 249–257.

**Gimenez-Ibanez, S, & Rathjen, J.P. 2010.** The case for the defense: plants versus *Pseudomonas syringae*. *Microbes and Infection* 12: 428-437.

**Gourion, B., Berrabah, F., Ratet, P. & Stacey, G. 2015.** Rhizobium–legume symbioses: the crucial role of plant immunity. *Trends in Plant Science* 20 (3): 186-194.

**Guidetti-Gonzalez, S., Freitas-Astúa, J., Morais do Amaral, A., Martins, N.F., Mehta, A., Santos Silva, M. & Carrer, H. 2007.** Genes associated with hypersensitive response (HR) in the citrus EST database (CitEST). *Genetics and Molecular Biology*, 30 (3): 943-956.

**Harris, H.W., El-Naggar, M.Y., Bretschger, O., Ward, M.J., Rominee, M.F., Obratsova, Y & Neilson, K.H. 2009.** Electrokinetic is a microbial behavior that requires extracellular electron transport. *PNAS*:1-6.

**Iakimova, E.T., Michalczuk, L. & Woltering, E.J. 2005.** Hypersensitive cell death in plants – its mechanisms and role in plant defence against pathogens. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* Vol. 13: 135-158.

**Jacob, E.B., Becker, I., Shapira, Y., & Levine, H. 2004.** Bacterial linguistic communication and social intelligence. *TRENDS in Microbiology* 12 (8): 366-372.

**Karuppanapandian T., Moon, J.C., Kim, C., Manoharan, K. & Wook, K. 2011.** Reactive oxygen species in plants: their generation, signal transduction, and scavenging mechanisms. *AJCS* 5(6):709-725.

---

---

**Kliebenstein, D.J. & Rowe, C.H. 2008.** Ecological costs of biotrophic versus necrotrophic pathogen resistance, the hypersensitive response and signal transduction. *Plant Science* 174: 551–556

---

**Kuiper, I., Lagendijk, E.L. Bloemberg, G.B. & Lugtenberg, B.J.J. 2004.** Rhizoremediation: A Beneficial Plant-Microbe Interaction. *MPMI* 17 (1): 6–15.

**Mandal, S.M., Chakraborty, D. & Dey, S. 2010.** Phenolic acids act as signaling molecules in plant-microbe symbioses. *Plant Signaling & Behavior* 5 (4): 359-368.

**Montesinos, E. 2000.** Pathogenic plant–microbe interactions. What we know and how we benefit. *Internatl. Microbiol.* 3:69–70.

**Miller, M.B. & Bassler, B.L. 2001.** Quorum sensing in bacteria. *Annu. Rev. Microbiol.* 55:165–99.

**Mur, L.A.J., Kenton, P., Lloyd, A.J., Ougham, H. & Prats, E. 2008.** The hypersensitive response; the centenary is upon us but how much do we know? *Journal of Experimental Botany* 59 (3): 501–520.

**Paracer, S. & Ahmadjian, V. 2000.** Symbiosis. An introduction to Biological Associations. Oxford University Press. Second Edition. 291 pp.

**Pérez-Pérez, J.A., Espinosa-Victoria, D., Silva-Rojas, H.V. and López-Reyes, L. 2018.** Diversity of culturable bacterial microbiota of the *Eisenia foetida* digestive tract. *Revista Fitotecnia Mexicana* Vol. 41 (3): 255-264.

**Stael, S., Kmicik, P., Willems, P., Van Der Kelen, K., Coll, N.S., Teige, M. & Van Breusegem, F. 2015.** Plant innate immunity – sunny side up? *Trends in Plant Science* 20 (1): 3-11.

**Sawana A., Adeolu, M., Gupta, R.S. 2014.** Molecular signatures and phylogenomic analysis of the genus *Burkholderia*: proposal for division of this genus into the emended genus *Burkholderia* containing pathogenic organisms and a new genus *Paraburkholderia* gen. nov. harboring environmental species. *Front Genet* 5: 1-22.

**Tsuda, K. & Katagiri, F. 2010.** Comparing signaling mechanisms engaged in pattern-triggered and effector-triggered immunity. *Current Opinion in Plant Biology* 13:459–465.

**Tzotzos, G.T. 1995.** Genetically Modified Organisms a Guide to Biosafety. CAB International, UK. 213. pp.

**Vallad, G.E & Goodman, R.M. 2004.** Systemic acquired resistance and induced systemic resistance in conventional agriculture. *Crop Sci.* 44:1920–1934.

**Waters, C.M. & Bassler, B.L. 2005.** Quorum sensing: Cell-to-cell communication in bacteria. *Annu. Rev. Cell Dev. Biol.* 21:319–46.

**Weigel, D. & Glazebrook, J. 2002.** *Arabidopsis*. A Laboratory Manual. CSHL Press, USA. 354. pp.

**Winzer, K., Hardie, K.R. & Williams, P. 2002.** Bacterial cell-to-cell communication: sorry, can't talk now — gone to lunch! *Current Opinion in Microbiology* 5:216–222.



**FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES**

TITULO DEL CURSO: FILOSOFÍA DE LA CIENCIA  
 PROGRAMA DE POSTGRADO: EDAFOLOGÍA  
 CURSO: REGULAR  
 PROFESOR TITULAR: DR. DAVID ESPINOSA VICTORIA  
 CLAVE DE PROFESOR: A01150  
 COLABORADOR (ES): -----  
 (ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR)  
 CORREO ELECTRÓNICO: [despinos@colpos.mx](mailto:despinos@colpos.mx)  
 TELÉFONO: \_\_\_\_\_  
 EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO: EDAFOLOGIA E HIDROCIENCIAS  
2ª PLANTA OFICINA. 312  
 EXT. 1273  
 CLAVE DEL CURSO: EDA-646 PRE-REQUISITOS: NINGUNO

TIPO DE CURSO:

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-Práctico

PERIODO:

- Primavera  
 Verano  
 Otoño

SE IMPARTE A :

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

MODALIDAD:

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

CRÉDITOS: 2

HORAS TEORÍA:

Presenciales **35**  
 Extra clase **115**  
 Total **150**

HORAS PRÁCTICA:

LABORATORIO \_\_\_\_\_  
 CAMPO \_\_\_\_\_  
 INVERNADERO \_\_\_\_\_

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

**Proporcionar al estudiante de postgrado los elementos filosóficos necesarios para que ubique su quehacer académico-científico en el contexto de la triada Arte-Ciencia-Filosofía.**

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
2.5	<b>TERMINOLOGÍA FILOSÓFICA</b>	Que el estudiante conozca el significado de los términos básicos que se emplean en Filosofía de la Ciencia
2.5	<b>EL HOMBRE, LA CIENCIA, EL ARTE Y LA FILOSOFÍA</b> a) Posición ontológica b) Posición imanentista c) Posición trascendentista d) Posición idealista e) Posición espiritualista f) Posición materialista	Que el estudiante distinga la conceptualización del ser humano, responsable de desarrollar la cultura, desde diferentes posiciones filosóficas
2.5	<b>TEORÍA DE LA SOBERANÍA DE ESFERAS: UN ENFOQUE PARA HACER CIENCIA</b> a) Qué se debe entender por esfera b) Principio de Autonomía de esferas c) Principio de Universalidad de esferas d) Las Esferas Modales de Herman Dooyeweerd e) Conflicto: Violación de esferas f) Conflicto: Absolutización de esferas g) Las modas y las absolutización de esferas en la Ciencia	Que el estudiantes conozca los fundamentos de la Teoría de la Soberanía de Esferas, como una herramienta para desarrollar conocimiento científico
2.5	<b>VISIÓN, AUTORIDAD Y PODER EN LA CIENCIA</b> a) Qué significa visión en la Ciencia b) Qué significa autoridad en la Ciencia c) Qué significa poder en la Ciencia	Que el estudiante comprenda lo que significa la visión, la autoridad y el poder en la Ciencia
2.5	<b>¿QUÉ ES FILOSOFÍA DE LA CIENCIA?</b> a) Diferencia entre Historia de la Ciencia y Filosofía de la Ciencia b) Criterios para saber qué es Ciencia c) Tares centrales de la Filosofía de la Ciencia d) Qué es sociologismo científico e) ¿La búsqueda de verdades es uno de los fines de la Ciencia? f) ¿Por qué cambian las concepciones científicas?	Que el estudiante conozca cuáles son las tareas centrales de la Filosofía de la Ciencia
2.5	<b>¿EXISTEN DIFERENCIAS ENTRE CIENTÍFICOS Y FILÓSOFOS?</b> a) La Ciencia y la Filosofía: dos factores indiscernibles en el pasado b) La Ciencia y la Filosofía: un divorcio de actualidad c) Causas del divorcio entre Ciencia y Filosofía d) Relación Filosofía de la Ciencia-Ciencias Agrícolas	Que el estudiante de ciencias agronómicas aprenda que la Filosofía y la Ciencias Biológicas guardan una estrecha relación
2.5	<b>¿CÓMO Y DÓNDE SE GENERA EL CONOCIMIENTO?</b> a) Conocimiento pre-teórico b) Conocimiento teórico c) Teorías del aprendizaje	Que el estudiante conozca la trascendencia del conocimiento teórico y del conocimiento pre-teórico

2.5	<b>TEORÍA DEL CONOCIMIENTO (EPISTEMOLOGÍA)</b> a) Racionalismo b) Empirismo c) Idealismo trascendental d) Teoría de la correspondencia e) Coherencia f) Pragmatismo	Que el estudiante conozca las principales corrientes epistemológicas
2.5	<b>FILOSOFÍA POPPERIANA</b> a) Quien fue Karl Popper b) Qué es el falsacionismo c) Contraposición Popper vs Lakatos	Que el estudiante conozca las aportaciones del falsacionismo a las ciencias experimentales y no experimentales
2.5	<b>OBSERVACIÓN Y PERCEPCIÓN</b> a) Ver y observar b) Qué es percepción c) La investigación no comienza con la observación d) La necesidad de carga teórica e) El caos del científico paradigmático	Que el estudiante comprenda que, para llevar a cabo una excelente observación, el científico requiere de carga teórica
2.5	<b>EL MÉTODO CIENTÍFICO: UNA APROXIMACIÓN FILOSÓFICA</b> a) La Nueva Ciencia: Primordio del Método Científico b) Definición y paternidad del Método Científico c) Investigación científica experimental y no experimental d) Metodología de las Ciencias Formales y de las Ciencias Fácticas e) Reflexiones sobre Método Científico y Metodología científica	Que el estudiante reflexione críticamente acerca de la conceptualización tradicional que se tiene del método científico
2.5	<b>PSICOLOGÍA CIENTÍFICA</b> a) Definición y ámbito de acción de la Psicología b) La Psicología y el quehacer científico c) Psicología de la relación profesor-profesor d) Psicología de la relación profesor-estudiante	Que el estudiante conozca las bases del comportamiento del científico y de sus discípulos
2.5	<b>ÉTICA CIENTÍFICA</b> a) Diferencias y relaciones entre Ética y Moral b) La Esfera Ética según Hermann Dooyeweerd c) Concepciones erradas de la Esfera Ética d) Ética y dilemas de los científicos e) El principio de precaución f) El fraude científico: ejemplos documentados g) Tipificación del fraude científico h) Instancias para luchar con fraude científico	Que el estudiante comprenda la el momento nuclear de la Esfera Ética, así como los eventos que ésta califica
2.5	<b>ÉTICA AMBIENTAL</b> a) Antropocentrismo b) Biocentrismo c) Geocentrismo d) Panteísmo e) Teleologmo f) Reformacionalismo	Que el estudiante conozca las diferentes corrientes filosóficas que sostienen la Ética Ambiental

2.5	<b>CIENCIA Y RELIGIÓN</b> a) Que es religión <i>sensu lato</i> b) Elementos de toda religión c) Principios heurísticos d) Motivo base religioso Materia-Forma e) Motivo base religioso Cosmonómico f) Motivo base religioso Naturaleza-Gracia g) Motivo base religioso Naturaleza-Libertad h) Motivo base religioso No ser-Ser	Que el estudiante reflexione sobre la definición <i>sensu lato</i> de religión, y conozca que detrás de cualquier actividad, incluyendo la científica, existe un compromiso religioso
-----	--	---

LISTA DE PRÁCTICAS

(TÍTULO, OBJETIVOS PUNTUAL, NUM. DE HORAS)

**ES UN CURSO TEÓRICO**

RECURSOS DIDÁCTICOS

ARTÍCULOS Y CAPÍTULOS DE LIBRO PARA ANÁLISIS

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Normas de evaluación

**No se aplican exámenes memoristas tradicionales debido a que se trata de un curso de postgrado. El 40% de la calificación está dado por los ensayos semanales, 30% por un Ensayo Crítico Final y el restante 30% por la participación (OBLIGATORIA) del estudiante.**

Procedimiento de evaluación

**Los ensayos semanales son calificados en una escala de 10-100 y se devuelven al estudiante una semana después de entregados. Se hará un promedio de los ensayos programados, calificándose con cero al no entregado.**

**Los ensayos entregados fuera de tiempo, podrían ser recibidos, y en su caso calificados con un puntaje menor a los que son entregados en tiempo y forma.**

**No se tolera el plagio. Cualquier estudiante que sea sorprendido copiando tareas o ensayos de compañeros del curso o de cursos anteriores, automáticamente recibirá calificación reprobatoria.**

**La inasistencia es penalizada en la calificación final.**

BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA (AUTOR, AÑO, TÍTULO, EDITORIAL, FECHA, EDICIÓN)

**Alcalde, J. 2000.** ¿Es posible el diálogo entre Ciencia y Religión? Muy Interesante. Editorial Televisa. Año 17, No. 4: 24-32.

**Barrantes, R., Bernex, N., Gilberto Cely, S.J., Ehlers, F., Feo, O., Guinand, L., Huanacuni, F., Pautrat, L., Vicente Santuc, S.J. Vásquez Gherzi, E. y Villarán, F. 2009.** Ética ambiental y política pública. Universidad Antonio Ruíz de Montoya. Lima, Perú. 139 pp.

**Belaval, Y. 2000.** Historia de la Filosofía. Racionalismo, Empirismo, Ilustración. Siglo XXI editores. 389 pp.

**Bunge, M. 2002.** Epistemología. Siglo XXI editores. 252 pp.

**Campanario, J. m., Moya, A. y Otero, J. C. 2001.** Invocaciones y usos inadecuados de la ciencia en la publicidad. Enseñanza de las Ciencias 19 (1): 45-56

**Castellote, S. 1997.** Reformas y Contrarreformas en la Europa del siglo XVI. Ediciones Akal, S.A. Madrid, España.

- 
- Cereijido, M. 1997.** Por qué no tenemos ciencia. Siglo XXI editores. 165 pp.
- Cereijido, M. 1997.** Cerebros sin usar y computadoras flamantes. In: Ciencia sin seso, locura doble. Editorial Siglo Veintiuno Editores: 44-49 pp.
- Cereijido, M. 1997.** Ciencia sin seso, locura doble. Siglo XXI editores: 370 pp.
- Cereijido, M. 1997.** ¿La razón o los sentidos? ¿Ver para creer... o creer para ver? In: Ciencia sin seso, locura doble. Editorial Siglo Veintiuno Editores: 50-57 pp.
- Cereijido, M. 1997.** ¿Conocer? In: Ciencia sin seso, locura doble. Editorial Siglo Veintiuno Editores: 58-71 pp.
- Colmer, E. 1997.** Movimientos de renovación. Humanismo y Renacimiento. Ediciones Akal, S. A. Madrid, España.
- Chalmers, A.F. 1982.** ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Siglo XXI editores: 245 pp.
- Couzin, J. & K. Unger, 2006.** Cleaning up the paper trail. Science, Vol. 312: 38-43.
- Dooyeweerd, H. 1984.** A new critique of theoretical thought. Vols. I y II. Paidea Press LTD. Ontario, Canada.
- Dooyeweerd, H. 1998.** Las raíces de la cultura occidental. Biblioteca de Filosofía Cristiana. Editorial CLIE. Barcelona, España. 244 pp.
- Espinosa-Victoria, D. 2008.** Teoría de la Soberanía de Esferas y El Quehacer Científico. Tecnociencia 2: 14-23.
- Espinosa-Victoria, D. 2009.** Ética y el quehacer científico. In: Tópicos selectos de estadística aplicados a la fitosanidad. Eds. Néstor Bautista Martínez, Lauro Soto Rojas y Rafael Pérez Pacheco. Editorial COLPOS-IPN, México: 7-20.
- Estrada, P.J.A. 1992.** Conceptos del Hombre del Mundo y de la Vida. Ética. Publicaciones Cultural: 7-54.
- García, R. 1984.** La Filosofía de los Científicos y la Ciencia de los Filósofos In: Ciencia y Filosofía: Tres Ensayos. García, R.J., Pérez, T. R. & Viniegra, L. Ed. Alhambra Mexicana, S.A.: 13-21.
- Heler, M. 2005.** Ciencia incierta. La producción social del conocimiento. Editorial Biblos, Buenos Aires, Argentina. 142 pp.
- Jaeger, L. 2010.** Hacia una filosofía cristiana de la ciencia. Libros Desafío. Grand Rapids, Michigan, EE.UU. 123 pp.
- Kalsbeek, L. 1981.** Contours of a Christian philosophy. An introduction to Herman Dooyeweerd's thought. Wedge Publishing Foundation. Toronto. 321 pp.
- Kuhn, T. M. 2001.** La Estructura de las revoluciones científicas. Breviarios Fondo de Cultura Económica. 319 pp.
- Marcos, A. 2001.** Ética ambiental, Universidad de Valladolid, Valladolid. ISBN: 84-8448-114-X. 159 pp.
- Navarini, E.A. & Elmir, K. 2012.** Ética ambiental. Realidad y futuro necesidad de una ética con nuevas bases axiológicas. Invenio 15 (28): 29-39
- Olivé, L. 1990.** Que hace y que hacer en la Filosofía de la Ciencia. Ciencias. 19:27-33.
- Olive, L. y Pérez R. A. R. 1989.** Filosofía de la Ciencia: Teoría y Observación. Siglo XXI editores: 531 pp.
- Pérez Tamayo, R. 1998.** ¿Existe el Método Científico? Fondo de Cultura Económica. La Ciencia para todos 161, México, D.F.: 277 pp.
- Russell, N.H. 1989.** Observación". In: Filosofía de la Ciencia: Teoría y Observación. Olivé, L. & Pérez R.A.R. (Compiladores). Siglo Veintiuno Editores: 216-252.
- Sánchez, R. J. M. 2006.** El Poder de la Ciencia. Editorial Crítica. España, 1024 pp.
- Van Riessen, H. 1973.** Enfoque cristiano de la ciencia. Sticing Uitgave Reformatorische Boeken. Netherlands. 70 pp
- Vargas, C.R. 2009.** Elementos para la consideración de una ética ambiental. TRAMA Vol. II, No. 1: 10-29.
- Xin, H. 2006.** Scandals shake Chinese Science. Science, Vol. 312: 1464-1466.
-



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Programa de Estudios

PROGRAMA DE Edafología

POSGRADO:

CURSO: **ECOLOGÍA FISIOLÓGICA DE MICROORGANISMOS Y PLANTAS**

PROFESOR TITULAR: DR. JESÚS PÉREZ MORENO

(Clave profesor: X01247)

COLABORADOR (ES):

CORREO ELECTRÓNICO: [jperezm@colpos.mx](mailto:jperezm@colpos.mx)

TELÉFONO:

(595) 9520287

EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO

Edafología/Piso 1/233

CLAVE DEL CURSO:

EDA-647

PRE-REQUISITOS: Ninguno

TIPO DE CURSO:

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-Práctico

PERIODO:

- Primavera  
 Verano  
 Otoño  
 No aplica

SE IMPARTE A :

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

MODALIDAD:

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

HORAS

CREDITOS: **3**

CLASE:

Presenciales 64

Extra clase 128

Total 192

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

## OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Discutir ampliamente el marco conceptual holista (“de arriba hacia abajo”) en el cual se basa la ecología fisiológica de microorganismos y plantas. Analizar bajo una óptica ecofisiológica, como los sistemas “planta-microorganismo” son influenciados por factores ambientales (bióticos y abióticos) en ecosistemas naturales y en agroecosistemas en el entorno del cambio global. Comprender como la fisiología del componente vegetal de ecosistemas naturales y agroecosistemas es afectado por sus asociaciones con microorganismos simbióticos.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
40	<b>1. Marco conceptual</b>  1.1 enfoque holista y teoría de sistemas. 1.2. Gaia, una nueva teoría del origen y desarrollo de la vida en el planeta. 1.3. Homeostasis y negentropía. 1.4. La humanidad y gaia. 1.5. Modelo "daisy world" de James Lovelock. 1.6. Ecofisiología planetaria.	Efectuar un análisis detallado del marco conceptual holista y de teoría de sistemas en el cual se basa la ecología fisiológica de microorganismos y plantas.
30	<b>Tema 2. Coevolución</b>  2.1. Origen y evolución de las relaciones planta – microorganismo. 2.2. Heterotrofia versus autotrofia. 2.3. Origen simbiótico de los organelos. 2.4. De procariotes a eucariotes. 2.5. Teoría endosimbiótica y endófitos microbianos. 2.6. Criptofitas. 2.7. Endosimbiosis. 2.8. Coevolución entre microorganismos y otros grupos de organismos vivos.	Analizar detalladamente el postulado de Lynn Margulis de que somos entes simbióticos en un mundo simbiótico, en donde las interacciones son la causa de la evolución de los seres vivos.
80	<b>Tema 3. Ecofisiología microbiana de ecosistemas naturales, agroecosistemas y cambio global</b>  3.1. Biodiversidad microbiana y su influencia en la función de los ecosistemas naturales y agroecosistemas. 3.2. Influencia de los microorganismos en el funcionamiento de los grandes biomas terrestres. 3.3. Impacto de los microorganismos simbiotes asociados a las plantas en la biodiversidad vegetal y la productividad de ecosistemas naturales y agroecosistemas. 3.4. Impacto de los microorganismos endófitos en la ecofisiología de sus plantas hospedadoras. 3.5. Microorganismos asociados a tallos y hojas de plantas y protección contra herbívoros. 3.6. Ecofisiología de la translocación de carbono de plantas a microorganismos asociados en ecosistemas naturales (con especial énfasis en bosques) y agroecosistemas. 3.7. Descomposición de reservas orgánicas vía microorganismos asociados a las plantas. 3.8. Ecofisiología de la toma y translocación de nutrientes minerales y orgánicos por las plantas vía microorganismos asociados. 3.9. Modificaciones en el funcionamiento de los sistemas planta-microorganismo en atmósferas de ecosistemas naturales (principalmente ecosistemas forestales) y agroecosistemas con concentraciones elevadas de dióxido de carbono, deposición de nitrógeno, radiación ultravioleta e incremento de temperatura.	Analizar bajo una óptica ecofisiológica, como los sistemas establecidos entre plantas y microorganismos son influenciados por factores ambientales, incluyendo componentes bióticos y abióticos, tanto en los ecosistemas naturales como en los agroecosistemas, con énfasis en dichas interacciones y modificaciones en el entorno del cambio global.

<b>42</b>	<p>Tema 4. Metodos de estudio usados en la ecología fisiologica de microorganismos y plantas</p> <p>4.1. Descripción e importancia de las principales técnicas empleadas en estudios ecofisiológicos.</p> <p>4.2. Análisis del acercamiento de microcosmos y macrocosmos.</p> <p>4.3. Metodologías útiles para estudios en campo.</p> <p>4.4. Limitaciones y ventajas del aislamiento y cultivo de microorganismos simbióticos asociados con plantas.</p> <p>4.5. Ventajas, limitaciones y perspectivas de las principales técnicas empleadas en estudios ecofisiológicos.</p>	<p>Comprender como la fisiología del componente vegetal de ecosistemas naturales y agroecosistemas es afectado por sus asociaciones con microorganismos y como implementar metodologías para el desarrollo de estudios ecofisiologicos.</p>
-----------	--	---

---

## LISTA DE PRÁCTICAS

1. Generalidades del acercamiento ecofisiológico.
2. Ecofisiología del micelio externo ectomicorrízico.
3. Metodos ecofisiológicos y su aplicación en agricultura y producción forestal.
4. Evaluación de variables fisiológicas en plantas inoculadas con microorganismos mutualistas.
5. Aplicación de la ecología ecofisiologica en estudios de caso.

## RECURSOS DIDÁCTICOS

Libros, revistas y manuales de Ecofisiología y teoría de sistemas.  
 Equipo, materiales y reactivos propios de metodologías ecofisiológicas de relaciones planta-microorganismo.  
 Salón de clase equipado con computadora y cañón.  
 Invernadero con bioensayos en donde se aplica el acercamiento ecofisiológico.

## NORMAS DE EVALUACIÓN

1. Revisión bibliográfica de un tema relacionado con el enfoque ecofisiológico y el tema de investigación del estudiante. Presentación escrita y oral. 50%
2. Exposición de dos artículos científicos recientes relacionado con la ecología fisiológica 20%
3. Reporte de prácticas siguiendo los formatos establecidos. 20%
3. Exámenes sorpresa 10%



## BIBLIOGRAFÍA

- Blackwell M. 2000. Terrestrial life-fungal from the start? *Science* 289:1884-1885.
- Boucher DH. 1980. *The Biology of Mutualism. Ecology and Evolution*. Croom Helum. Londres.
- Compant, S., van der Heijden, M.G.A., Sessitch, A. 2010. Climate change effects of beneficial plant-microorganism interactions. *FEMS Microbial Ecol.* 73: 197-214.
- Docherty, K.M., Gutknecht, J.L.M. 2012. The role of environmental microorganisms in ecosystem responses to global change: current state of research and future outlooks. *Biogeochemistry* 109:1-6.
- Futuyma DJ, Levy A. 2001. Coevolution. *Encyclopedia of Biodiversity*, volume 1. Academic Press. Londres. pp. 753-767.
- Gregory, P.J., Johnson, S.N., Newton, A.C., Ingram, J.S.I. 2009. Integrating pests and pathogens into the climate change/food security debate. *Journal of Experimental Botany* 60: 2827-2838.
- Henn MR, Chapela IH. 2001. Ecophysiology of <sup>13</sup>C and <sup>15</sup>N isotopic fractionation in forest fungi and the roots of the saprotrophic-mycorrhizal divide. *Oecologia* 128: 480-487.
- Koelle, K., Pascual, M., Yunus, Md. 2005. Pathogen adaptation to seasonal forcing and climate change. *Proceedings of the Royal Society B. Biological Sciences* 272: 971-977.
- Larcher, W. 1980. *Physiological Plant Ecology*. 2<sup>nd</sup>. Ed. Springer-Verlag. Berlin.
- Leigh EG Jr. 2001. Mutualism, evolution of. *Encyclopedia of Biodiversity* Vol. 4, Academic Press, Londres, 281-289.
- Lovelock J. 1992. *Gaia una ciencia para curar al planeta*. Oasis. Barcelona.
- Lovelock J. 1995. *The ages of Gaia*. 2<sup>nd</sup> edition. Oxford University Press. Londres.
- Lovelock J. 1995. *Gaia a new look at life on Earth*. Oxford University Press. Londres
- Lüttge U. 1997. *Physiological Ecology of Tropical Plants*. Springer-Verlag. Berlin.
- Margulis L, Fester R. 1991. Symbiosis as a Source of evolutionary Innovation. Speciation and morphogenesis. Chapman and Hall. New York.
- Pérez-Moreno, J. 2005. Los hongos ectomicorrízicos en la transferencia de nutrientes. *Scientific American Latinoamérica* 3 (33): 32-33.
- Perez-Moreno J, Read DJ. 2004. Los hongos ectomicorrízicos lazos vivientes que conectan y nutren a los árboles en la naturaleza. *Interciencia* 29: 239- 247.
- Pérez Moreno J, Read D.J. 2002. Ecología fisiológica y simbiosis ectomicorrízica. In: Ferrera-Cerrato R., Alarcón A. Eds. *Microbiología Agrícola para el siglo XXI*. Mundiprensa, México, D.F. pp. 125-160. (en prensa).
- Perez-Moreno J, Read DJ. 2001a. Exploitation of pollen by mycorrhizal mycelial systems with special reference to nutrient recycling in boreal forests. *Proceedings of the Royal Society of London B* 268: 1329-1335.
- Perez-Moreno J, Read DJ. 2001b. Nutrient transfer from soil nematodes to plants: a direct pathway provided by the mycorrhizal mycelial network. *Plant, Cell and Environment* 24: 1219-1226.
- Perez-Moreno J, Read DJ. 2000. Mobilization and transfer of nutrients from litter to tree seedlings via the vegetative mycelium of ectomycorrhizal plants. *New Phytologist* 145: 301-309.
- Pearcy, R.W., Ehleringer, J., Mooney H.A., Rundel, P.W. (eds.). 1989. *Plant Physiological Ecology, Field Methods and Instrumentation*. Chapman and Hall, London. 457 p.
- Press, M.C., Scholes J.D., Barker M.G. 2000. *Physiological Plant Ecology*. Blackwell Science, Londres.
- Read DJ, Leake JR, Pérez-Moreno J. 2004. Mycorrhizal fungi as drivers of ecosystem processes in heathland and boreal forest biomes. *Canadian Journal of Botany* 82 : 1243-1263.
- Shaw, M.W. and T.M. Osborne. 2011. Geographic distribution of plant pathogens in response to climate change. *Plant Pathology* 60: 31-43.
- Singh, B.K., Bardgett, R.D., Smith, P., Reay, D.S. 2010. Microorganisms and climate change; terrestrial feedbacks and mitigation options. *Nature Reviews* 8: 779-790.
- Stone, J.K., Bacon C.W., White J.F. Jr. 2000. An overview of endophytic microbes: endophytism defined. In: Bacon C.W., White J.F. Jr. (eds.). *Microbial Endophytes*. Marcel Dekker, Inc., New York. pp. 3-29.
- Van der Putten W. 2000. Pathogen-driven forest diversity. *Nature* 404: 232-233.
- West, J.S., Townsend, J.A., Stevens, M., Fitt, B.D.L. 2012. Comparative biology of different plant pathogens to estimate effects of climate change on crop diseases in Europe. *Eur. J. Plant Pathol.* 133: 315-331.
- Whitman WB, Coleman DC, Wiebe WJ. 1998. Prokaryotes: the unseen majority. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 95: 6578-6583.



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Programa de Estudios

**TÍTULO DEL CURSO:** COMPOSTAJE

**CURSO:** EDA648

**PROFESOR TITULAR:** DR. ROBERTO QUINTERO LIZAOLA

**CLAVE DE PROFESOR** X03085

**CORREO ELECTRÓNICO:** quintero@colpos.mx

**TELÉFONO:** (95)2-02-00 Ext.- EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO  
1275

**CLAVE DEL CURSO:** EDA648

**PRE-REQUISITOS:** Química General

**TIPO DE CURSO:**

- Teórico
- Práctico
- Teórico-Práctico

**PERIODO:**

- Primavera
- Verano
- Otoño

**SE IMPARTE A :**

- Maestría en Ciencias
- Doctorado en Ciencias
- Maestría Tecnológica

**MODALIDAD:**

- Presencial
- No presencial
- Mixto

**CRÉDITOS:** (3) tres créditos

**HORAS  
TEORÍA:**

Presenciales: 33  
Extra clase: 99  
Total: 132

**HORAS PRÁCTICA:**

**LABORATORIO** 96  
**CAMPO** 30  
**INVERNADERO** 60

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

**OBJETIVO**

Comprender y analizar los conceptos técnicos para la investigación y generación de tecnología en los manejos de los residuos orgánicos con las técnicas de la ciencia y el compostaje y vermicompostaje.

TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DEL TEMA
<b>Sección 1. Métodos de producción de los compost. Procesos químicos, biológicos y calidad</b>	
CAPITULO I. La industria del compostaje en México pasado, presente y futuro.	1.1 Introducción 1.2 Visión de la industria del compostaje 1.3 Compostaje de biosólidos 1.3.1 Iniciativa derivada del compostaje de biosólidos 1.4 Compostaje de residuos de poda 1.4.1 Promoción de compostaje de residuos de poda 1.5 Compostaje de residuos sólidos urbanos 1.5.1 Orientaciones para el compostaje de residuos sólidos urbanos 1.6 Compostaje de residuos de alimentos 1.6.1 Orientaciones para el compostaje de residuos de alimentos. 1.7 Normatividad de residuos industriales, sólidos urbanos y de alimentos.
CAPITULO II. Procesos biológicos, químicos y físicos del compostaje	2.1 Introducción 2.2 Bioprocesos específicos del compostaje 2.2.1 Ciclo de temperaturas 2.2.2 Población microbianas 2.2.2.1 Bacterias 2.2.2.2 Actinomicetos 2.2.2.3 Hongos 2.2.2.4 Patógenos 3.3.2 Aireación forzada 3.4 El compostaje como un sistema de operaciones 3.5 Caracterización de métodos de compostaje 3.5.1 Métodos de compostaje abiertos 3.5.1.1 Método de hilera con volteo 3.5.1.2 Pilas estáticas aireadas pasivamente 3.5.1.3 Métodos con utilización de aireación asistida de pilas estáticas 3.5.1.4 Pilas estáticas aireadas 3.5.1.5 Métodos que combinan el volteo con la aireación forzada de pilas abiertas e hileras 3.5.2 Sistemas cerrados o en contenedores 3.5.2.1 Lechones horizontales agitados 3.5.2.2 Contenedor aireado 3.5.2.3 Contenedores aireados y agitados 3.5.2.4 Reactores-torre o silos 3.5.2.5 Reactores de tambor rotativo 3.6 Tratamiento del mal olor 3.7 Instalación y protección de entorno 3.7.1 Diseño de la instalación 3.7.2 Operaciones 3.7.3 Gestión de funcionamiento .
CAPITULO III. Sistemas de producción comercial del compost.	4.6.2 Indicadores químicos de la madurez 4.6.2.1 Materia orgánica 4.6.2.2 Carbono y nitrógeno 4.6.3 La estabilidad de un compost como indicador de la madurez 4.6.3.1 Respirometría 4.6.3.2 Ensayo o test Dewar de auto calefacción 4.6.4 La fitotoxicidad como indicador de madurez 4.7 Variabilidad de los datos cualitativos de un compost 4.8 Calidad de un compost en el futuro.
CAPITULO IV. Propiedades cualitativas, medición y variabilidad de los compost.	

---

**Sección II. Utilización del compost. En los sistemas de cultivos**

CAPITULO V. Efectos del compost sobre el desarrollo y el rendimiento en horticultura comercial.	5.1 Introducción 5.2 Investigación del compost para horticultura comercial 5.2.1 Maíz 5.2.2 Crucíferas 5.2.3 Cucurbitáceas 5.2.4 Leguminosas 5.2.5 Solanáceas 5.2.6 Otros cultivos
CAPÍTULO VI. Utilización de los compost en los sistemas de cultivo de plantas ornamentales, viveros y semilleros.	6.1 Introducción 6.2 Producción en viveros y semilleros 6.3 Desarrollo de sistemas de producción comercial de los compost 6.4 Desafíos para una utilización eficiente de los compost 6.4.1 Contenido nutrimental 6.4.2 Niveles de sales solubles 6.4.3 Compactación 6.4.4 Fitotoxicidad 6.5 Elementos importantes en un medio de crecimiento en condiciones controladas 6.6 Utilización benéfica de los compost en la producción de viveros y semilleros 6.6.1 Producción de semilleros en campo 6.6.2 Producción en condiciones controladas 6.6.2.1 Plantas leñosas ornamentales en clima templado 6.6.2.2 Plantas ornamentales, subtropicales y tropicales 6.6.2.3 Flor de corte y plantas de interior 6.7 Futuro de la utilización de compost en la producción de plantas ornamentales
JLO VII. Utilización de los compost en la arquitectura del paisaje.	7.5.2.1 Camas de jardinería y semilleros para aplicaciones en p 7.5.2.2 Acolchado 7.5.2.3 Mezclas de relleno para plantación 7.5.2.4 Establecimiento de césped y fertilización superficial 7.5.2.5 Mezcla con el suelo superficial 7.5.2.6 Control de la erosión
CAPÍTULO VIII. Utilización de los compost en los sistemas de producción vegetales.	8.1 Introducción 8.2 Compost, fertilidad del suelo y producción de frutales 8.3 Utilización de los compost en los sistemas de producción de frutales 8.3.1 Los compost en la fertilización racional (aplicaciones preplantación) 8.3.2 Utilización de los compost en la fertilización de mantenimiento 8.3.3 Utilización de los compost como acolchados 8.3.4 Aplicación de los compost en los hoyos de plantación

---

<p>CAPÍTULO IX. Utilización de los it en la ción de pastizales.</p>	<p>9.1 Introducción 9.2 Utilización de subproductos y residuos orgánicos 9.2.1 Sistemas de producción 9.2.1.1 Utilización de subproductos y residuos no composteados 9.2.1.2 Utilización de subproductos y residuos composteados 9.2.1.2.1 Destrucción de contaminantes orgánicos 9.2.1.2.2 Mejora de la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas 9.2.1.2.3 Preparación de las camas de siembra para césped o producción de pastos 9.2.1.2.4 Otras consideraciones en la utilización del compost para producción de céspedes 9.2.2 Producción de tepes en sustratos composteados en superficies impermeables</p>
<p>CAPITULO X. Los compost como sustratos para la horticultura en la producción de material de trasplante.</p>	<p>10.1 Introducción: Necesidades de la industria 10.2 Enmiendas alternativas a los medios orgánicos 10.2.1 Materia prima para compostaje 10.2.2 Características del compost que afectan a la respuesta 10.3 Desarrollo de estándares</p>
<p><b>Sección III. Ventajas de utilización del compost en los sistemas de cultivos hortícolas</b></p>	
<p>CAPÍTULO XII. Posibilidades y mecanismos que ofrecen los compost en el control de las enfermedades de las plantas.</p>	<p>12.1 Introducción 12.2 Función de los agentes de control biológicos durante el compostaje 12.3 Mecanismos de eliminación por los compost 12.4 Disponibilidad de la energía biológica vs. falta de eliminación 12.5 Compost para el control de las enfermedades foliares 12.6 Eliminación de enfermedades-perspectivas de futuro</p>
<p>CAPÍTULO XIII. Control de las malas hierbas y los cultivos hortícolas con coberturas orgánicas composteadas.</p>	<p>13.1 Introducción 13.2 Efectos fitotóxicos de las coberturas orgánicas composteadas 13.3 Otras consideraciones sobre las coberturas orgánicas composteadas.</p>
<p>CAPÍTULO XIV. Los compost como fuentes de nitrógeno, aportación a la mineralización y ventajas para la nutrición nitrogenada de las plantas.</p>	<p>14.1 Introducción 14.2 Factores que afectan a la mineralización del nitrógeno en los compost 14.2.1 Humedad</p>
<p>JLO XV. Ventajas que suponen la utilización del compost para la nutrición fosfatada, potásica, cálcica, magnésica y de  micronutrientes.</p>	<p>15.4.2 Micronutrientes</p>

---

---

**Sección IV. Peligros potenciales, precauciones y normas para la producción y utilización del compost**

CAPÍTULO XVI. Problemática de los metales pesados en la utilización del Compost.	16.1 Introducción 16.1.1 El pretratamiento industrial mejora la calidad de los biosólidos y del compost 16.1.2 El suministro de nutrimentos de los biosólidos y compost 16.1.3 Definición de biosólidos de alta calidad para la utilización sostenible 16.2 Metodología de evaluación de riesgo de contaminación en la correcta utilización de biosólidos y compost. 16.2.1 Normativa de evaluación de riesgos utilizados en la sección del reglamento 503 de la EPA (Agencia de Protección Ambiental) 16.2.2 Límites de concentración de contaminantes para biosólidos y compost 16.2.3 Factores de seguridad ocultos en los métodos de cálculo 16.2.4 Fitotoxicidad de los oligoelementos 16.2.5 Fitodisponibilidad de los oligoelementos aplicados en el tiempo
CAPÍTULO XVII. Riesgos que presentan los patógenos humanos en la utilización de compost: controles y precauciones a tomar.	16.2.6 Las etiquetas pueden confundirse entre los riesgos 16.2.7 Los riesgos del cadmio del suelo para humanos 16.2.8 Índice de consumo de alimentos frente al riesgo potencial del cadmio 16.2.9 ¿Están los microorganismos del suelo protegidos por alguna norma del reglamento 503 de la EPA?. 18.1 Introducción 18.2 Norma 18.2.1 CFR 40 parte 257 18.2.2 CFR 40 parte 261-268 18.2.3 CFR 40 parte 761 18.2.4 Ley medio ambiente integral de contestación, compensación y responsabilidad (CERCLA) 18.2.5.1 Estándares para patógenos y para reducción de los vectores 18.2.5.2 Estándares de límites de contaminantes 18.2.5.3 Aplicabilidad de la norma 503 a otros subproductos utilizados en la elaboración y en el compostaje 18.2.5.4 Comparación de los límites de contaminantes de la norma 503 de la agencia de Protección Ambiental (EPA) con los de otros países
CAPÍTULO XVIII. Protección ambiental sobre producción y utilización del compost.	18.3 Guía de la Agencia de Protección Ambiental 18.4 Otros factores que producen impacto en la producción y en el uso beneficioso de los subproductos composteados. 18.4.1 Desarrollo de una estrategia de gestión holística para residuos y subproductos 18.4.1.1 Proactividad 18.4.1.2 Comunicación 18.4.1.3 Información técnica coherente.

---

## LISTA DE PRÁCTICAS

1. Preparación de la muestra de compost y vermicompost
2. Sólidos totales y agua
3. Densidad Aparente
4. pH
5. Conductividad Eléctrica
6. Materia Orgánica
7. Carbono Orgánico
8. Nitrógeno
9. Digestión
10. Espectrofotometría de absorción atómica (EAA)
11. Metales pesados y peligrosos
12. Índice de Madurez
13. Semillas viables de malezas
14. Relaciones

## RECURSOS DIDÁCTICOS

- Exposiciones con auxilio de cañón y diapositivas
- Material didáctico
- Artículos Científicos recientes en cada tema
- Ejercicios sobre diferentes cálculos en los temas tratados
- Atención personalizada y mayor énfasis a los alumnos con aprendizaje detallado referido a su trabajo de investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

-Baker, A. V. y Bryson, G. M. 2002. Bioremediation of heavy metals and organic toxicants by composting. The Scientific World Journal, 2:407-420.

-Barrera, R., Pagans, E., Faltys, G. y Sánchez, a. 2006. Effect of inoculation dosing on the composting of source-selected organic fraction of municipal solid wastes. J. Chem. Technol. Biotechnol., 81(3):420-425.

-Beffa, T., Blanc, M., Lyon, P. F., Vogt, G., Marchiani, M., Fischer, J. L. y Aragno, M. 1996. Isolation of Thermus strains from hot composts (60 to 80 °C). Appl. Environ. Microbiol., 62(5):1723-1727.

-Blanc, M., Marillery, L., Beffa, T. y Aragno, M. 1999. Thermophilic bacterial communities in hot composts as revealed by most probable number counts and molecular (16S rDNA) methods FEMS. Microbiol. Ecol., 28(2):141-149.

-Börjesson, T., Stollman, U. y Schnurer, J. 1992 Volatile metabolites produced by six fungal species compared with other indicators of fungal growth on cereal grain. Appl. Environ. Microbiol., 58(8):2599-2605.

## FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES

TITULO DEL CURSO: NUTRICIÓN VEGETAL  
 PROGRAMA DE POSTGRADO: EDAFOLOGÍA  
 CURSO: REGULAR - TEÓRICO PRÁCTICO  
 PROFESOR TITULAR: DRA. LIBIA IRIS TREJO TÉLLEZ  
 CLAVE DE PROFESOR: X02187  
 COLABORADOR (ES): \_\_\_\_\_  
 (ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR \_\_\_\_\_)  
 CORREO ELECTRÓNICO: tlibia@colpos.mx  
 TELÉFONO: 595 9510898 EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO Edafología/1er piso/210  
 CLAVE DEL CURSO: EDA651 PRE-REQUISITOS: \_\_\_\_\_

TIPO DE CURSO:

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-Práctico

PERIODO:

- Primavera  
 Verano  
 Otoño

SE IMPARTE A :

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

MODALIDAD:

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

CRÉDITOS: TRES

HORAS TEORÍA:	80	HORAS PRÁCTICA:	112
Presenciales	48	LABORATORIO	<u>40</u>
Extra clase	40	CAMPO	<u>10</u>
Total	80	INVERNADERO	<u>62</u>

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

### **OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

Analizar los fundamentos teóricos y prácticos de la nutrición vegetal haciendo una revisión histórica de los avances desde la antigüedad a fechas recientes y fundamentando los procesos físicos, químicos y fisiológicos que permiten que los nutrimentos del medio puedan ser absorbidos, transportados y utilizados por las plantas de manera que los estudiantes puedan comprender, diagnosticar y resolver problemas relacionados con el abastecimiento nutrimental a los cultivos en un entorno de sustentabilidad y responsabilidad social.



HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
<b>7</b>	<b>Tema 1. Introducción</b>	Analizar el panorama de la historia, actualidad y perspectivas de la nutrición vegetal en México y el mundo.
2.5	<b>Subtema 1.1.</b> Objetivos de la nutrición vegetal y su relación con otras disciplinas	Describir la definición y alcances de la nutrición vegetal como disciplina de la fisiología vegetal.
2.5	<b>Subtema 1.2.</b> Desarrollo histórico de la nutrición vegetal	Examinar los principales acontecimientos científicos que dieron origen a la nutrición vegetal.
2	<b>Subtema 1.3.</b> Analizar la historia, actualidad y futuro de la nutrición vegetal en México	Analizar la historia, actualidad y futuro de la nutrición vegetal en México.
<b>14</b>	<b>Tema 2. Elementos y nutrimentos</b>	Analizar y deducir las funciones de los nutrimentos en la fisiología de las plantas.
2	<b>Subtema 2.1.</b> Composición del material vegetal	Distinguir los principales constituyentes minerales de las plantas.
2	<b>Subtema 2.2.</b> Criterios de esencialidad	Explicar los criterios fisiológicos que permiten diferenciar a un elemento de un nutrimento.
2	<b>Subtema 2.3.</b> Clasificación de elementos y nutrimentos	Definir la clasificación agronómica, fisiológica y otras, de los nutrimentos.
8	<b>Subtema 2.4.</b> Funciones de los nutrimentos	Analizar las principales funciones de cada nutrimento: estructural, como activador enzimático y constituyente de enzimas.
<b>9</b>	<b>Tema 3. El suelo como medio natural en la nutrición de la planta</b>	Revisar la calidad y sanidad del suelo para la nutrición de las plantas.
2	<b>Subtema 3.1.</b> El suelo como fuente de nutrimentos	Analizar las características agronómicas del suelo.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
2.5	<b>Subtema 3.2.</b> Indicadores físicos, químicos y biológicos de calidad del suelo.	Definir los parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo, más importantes, que inciden en la nutrición de las plantas.
2.5	<b>Subtema 3.3.</b> Muestreo, diagnóstico y recomendación con base a los análisis químicos de fertilidad de suelos	Establecer el método de muestreo de suelos con base a la norma oficial mexicana nom-021 SEMARNAT 2000. Entender los reportes del análisis de fertilidad de suelos y generar fórmulas de fertilización para cultivos agrícolas.
2	<b>Subtema 3.4.</b> Solución del suelo: muestreo, análisis y diagnóstico	Establecer el método de muestreo de solución del suelo y su análisis químico mediante equipos portátiles, como herramienta para conocer, generar programas de fertirriego en cultivos agrícolas.
4	<b>Tema 4. Acceso nutrimental</b>	Describir la manera como llegan los nutrientes a las raíces de las plantas.
4	<b>Subtema 4.1.</b> Intercepción, difusión y flujo de masas	Analizar las diferencias entre las formas de acceso nutrimental y su importancia en la nutrición de plantas.
8	<b>Tema 5. Absorción nutrimental</b>	Analizar las principales teorías en la absorción mineral de las plantas superiores.
2	<b>Subtema 5.1.</b> Conceptos de apoplasto y simplasto	Describir las estructuras de las raíces y las formas de penetración de nutrientes hacia el interior de las mismas.
2	<b>Subtema 5.2.</b> Absorción pasiva	Revisar las teorías de absorción pasiva y electrofisiología de las raíces.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
2	<b>Subtema 5.3.</b> Absorción activa	Revisar las teorías de absorción activa, tales como diferencia de potencial eléctrico transmembranal, y bomba de protones.
2	<b>Subtema 5.4.</b> Factores del medio que influyen en la absorción nutrimental	Analizar los factores bióticos y abióticos que inciden en la nutrición mineral de las plantas.
6	<b>Tema 6. Diagnóstico nutrimental</b>	Distinguir los métodos visuales, químicos y fisiológicos de diagnóstico para evaluar el estado nutrimental de las plantas.
2	<b>Subtema 6.1.</b> Diagnóstico visual	Analizar las técnicas para evaluar visualmente el estado nutrimental de las plantas (simetría de síntomas, movilidad y universalidad). Diferenciar los síntomas típicos y atípicos de deficiencia o toxicidad nutrimental, las etapas que conllevan al desarrollo de un síntoma, los términos de clorosis y necrosis, así como ventajas y limitantes del diagnóstico visual.
2	<b>Subtema 6.2.</b> Diagnóstico químico	Evaluar las técnicas de muestreo, preparación y acondicionamiento de la muestra vegetal para el análisis químico, así como los principales métodos de interpretación del análisis químico de tejido vegetal: métodos dinámicos y estáticos (rango de suficiencia, DOP, DRIS y CND).
2	<b>Subtema 6.3.</b> Diagnóstico molecular	Valorar las técnicas y usos del diagnóstico molecular con base en nuevos métodos cuantitativos de expresión génica y proteica

EN CASO DE CURSO TEÓRICO-PRÁCTICO O PRÁCTICO, SE DEBERÁ AGREGAR EL MANUAL DE PRÁCTICAS CORRESPONDIENTE, CUYO FORMATO DE CADA PRÁCTICA, DEBE ESTAR INTEGRADO POR PROTOCOLO, BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA Y EVALUACIÓN. EL PROTOCOLO DE CADA PRÁCTICA DEBE INCLUIR, INTRODUCCIÓN-REVISIÓN DE LITERATURA, MATERIALES Y MÉTODOS, MÁS INDICACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

---

LISTA DE PRÁCTICAS  
(TÍTULO, OBJETIVOS PUNTUAL, NUM. DE HORAS)

---

### **PRÁCTICA No. 1 PREPARACIÓN DE SOLUCIONES PATRÓN PARA SOLUCIONES NUTRITIVAS**

Preparar soluciones madre, mezcla de micronutrientes y Fe-EDTA para la preparación de soluciones nutritivas para cultivos establecidos bajo condiciones de hidroponía.

Conocer el método de balanceo de aniones y cationes en la formulación de soluciones nutritivas. 4 horas.

### **PRACTICA No. 2 INTRODUCCIÓN DE SÍNTOMAS DE DEFICIENCIAS NUTRIMENTALES EN CULTIVOS AGRÍCOLAS**

Conocer la técnica del “elemento faltante” para realizar estudios sobre nutrición de cultivos. Inducir deficiencias nutrimentales para conocer la secuencia sintomatológica.

Describir la sintomatología por efecto de una deficiencia nutrimental. 4 semanas en diferentes horarios y duración.

### **PRÁCTICA No. 3 DETERMINACIÓN INDIRECTA DE CLOROFILA CON EL MEDIDOR PORTÁTIL SPAD-502**

Aprender el funcionamiento y manejo del medidor portátil SPAD-502

Conocer la importancia de las determinaciones indirectas *in situ* de lecturas SPAD y su relación con la clorofila y algunos nutrientes en el tejido vegetal. 3 horas.

### **PRÁCTICA No. 4 ANÁLISIS QUÍMICO DE TEJIDO VEGETAL COMO HERRAMIENTA DE DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL**

Conocer y desarrollar una técnica de digestión que permita de manera simultánea, para determinar la concentración de nitrógeno total, fósforo y hierro en tejido vegetal de maíz y frijol

Con los resultados de las concentraciones nutrimentales utilizar dos métodos de diagnóstico para definir el estatus nutrimental de N, P y Fe en cada especie, se sugieren el Diagnóstico Nutrimental Compuesto (CND, por sus siglas en inglés) y el de la Desviación el Óptimo Porcentual (DOP).

Estimar con los datos de concentración y de biomasa seca, las acumulaciones de N, P y Fe en parte aérea. 32 horas.

---

## RECURSOS DIDÁCTICOS

---

Audiovisuales  
Diapositivas  
Simulaciones  
Demostraciones  
Práctica

---

---

## NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

---

### Normas de evaluación

Las evaluaciones del curso se realizan de manera continua y sistemática.

En la evaluación existen exámenes, reportes y actividades formativas.

Los exámenes pueden ser escritos, orales o de demostración del conocimiento adquirido. Asimismo, pueden ser individuales o colectivos.

Las evaluaciones se realizan dentro del horario de clase y solo comprenden los temas del curso.

### Procedimiento de evaluación

Cuatro exámenes parciales escritos (15% cada uno=60%).

Reporte individual de práctica 1 (5%)

Reportes en equipo de prácticas 2 a 4 (5% cada uno=15%).

Exámenes continuos orales en clase (10%)

Dos evaluaciones formativas (Temas 3 y 6), (5% cada una).

---

## BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA (AUTOR, AÑO, TÍTULO, EDITORIAL, FECHA, EDICIÓN)

---

Abadie C, Tcherkez G. 2019. Plant sulphur metabolism is stimulated by photorespiration. *Communications Biology* 2: 379. Doi: 10.1038/s42003-019-0616-y

Alcántar GG, Trejo-Téllez LI, Gómez-Merino FC. 2016. *Nutrición de Cultivos*. Segunda edición. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

Chapman N, Miller AJ, Lindsey K, Whalley WR. 2012. Roots, water, and nutrient acquisition: let's get physical. *Trends in Plant Science* 17(12): 701-710.

Dantas-Santos N, Gomes DL, Costa LS, Cordeiro SL, Costa MSSP, Trindade ES., *et al.* 2012. Freshwater plants synthesize sulfated polysaccharides: heterogalactans from water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Int. J. Mol. Sci.* 13 961–976. Doi: 10.3390/ijms13010961.

De Mello R, Caione G. 2012. Plant Analysis. *In: Soil fertility*. Issaka RN. pp. 115-134. InTech. doi: 10.5772/53388.

Epstein E, Bloom AJ. 2005. *Mineral nutrition of plants: principles and perspectives*, 2nd edition. Sunderland (MA): Sinauer Associates.

Fageria NK. 2009. *The use of nutrients in crop plants*. CRC Press. Taylor & Francis Group. 448 p.

Ge P, Da LJ, Wang WB, Xu XN. 2014. Seasonal dynamics of dissolved organic carbon, nitrogen and other nutrients in soil of *Pinus massoniana* stands after pine wilt disease disturbance. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 14(1): 75-87.

Hansch R, Mendel RR. 2009. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Curr. Opin. Plant Biol.* 12: 259–266.

---

- 
- Hees L, DeKroon H. 2007. Effects of rooting volume and nutrient availability as an alternative explanation for root self/non-self discrimination *Journal of Ecology* 95: 241-251.
- Ikbal A, Dong Q, Wang X, Gui H, Zhang H, Zhang X, Song M. 2020. variations in nitrogen metabolism are closely linked with nitrogen uptake and utilization efficiency in cotton genotypes under various nitrogen supplies. *Plants* 9(2): 250. Doi: 10.3390/plants9020250
- Kishorekumar R, Bulle M, Wany A, Gupta KJ. 2020. An Overview of Important Enzymes Involved in Nitrogen Assimilation of Plants. *Methods Mol. Biol.* 2057: 1-13. Doi: 10.1007/978-1-4939-9790-9\_1
- Loneragan JF. 2014. Feature essay 16.1. A brief history of plant nutrition. *Plants in Action*. (<http://plantsinaction.science.uq.edu.au/edition1>).
- Maathuis FJM (ed.). 2013. *Plant Mineral Nutrients: Methods and Protocols*, *Methods in Molecular Biology*. Vol. 953. Springer Science+Business Media. Doi: 10.1007/978-1-62703-152-3\_1.
- Malinovsky FG, Fangel JU, Willats WGT. 2014. The role of the cell wall in plant immunity. *Front. Plant Sci.* 5:178. Doi: 10.3389/fpls.2014.00178.
- Marschner P. 2012. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Third Edition. Elsevier. 651 p.
- Muñoz-Huerta RF, Guevara-Gonzalez RG, Contreras-Medina LM, Torres-Pacheco I, Prado-Olivarez J, Ocampo-Velázquez RV. 2013. A Review of Methods for Sensing the Nitrogen Status in Plants: Advantages, Disadvantages and Recent Advances. *Sensors* 13: 10823-10843. doi:10.3390/s130810823
- Navarro GG, Navarro GS. 2013. *Química agrícola: Química del suelo y de nutrientes esenciales*. Ed. Mundi Prensas. 508 p. ISBN 13: 9788484766568.
- Stahl Y, Simon R. 2013. Gated communities: apoplastic and symplastic signals converge at plasmodesmata to control cell fates. *J. Exp. Bot.* 64(17): 5237-5241. Doi: 10.1093/jxb/ert245
- Vanneste S, Friml J. 2013. Calcium: The missing link in auxin action. *Plants* 2(4): 650-675. Doi: 10.3390/plants2040650
- Veneklaas EJ, Lambers H, Bragg J, Finnegan PM, Lovelock CE, Plaxton WC, Price CA, Scheible W, Shane MW, White PJ. et al. 2012. Opportunities for improving phosphorus-use efficiency in crop plants. *New Phytologist* 195: 306-320.
- Villavicencio-Queijeiro A. 2012. La mitocondria como fábrica de cofactores: biosíntesis de grupo hemo, centros Fe-S y nucleótidos de flavina (FMN/FAD) *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* 15(2): 116-132.
- Von Wirén N. 2011. Grand challenges in plant nutrition. *Frontiers in Plant Science*. 2(4): 1-3.
- Yousuf MN, Akter S, Haque MI, Mohammad N, Zaman MS. 2013. Compositional nutrient diagnosis (CND) of onion (*Allium cepa* L.). *Bangladesh J. Agril. Res.* 38(2): 271 -287.
-

## FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES

TITULO DEL CURSO: FUNCIONES DE LOS NUTRIMENTOS EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS  
 PROGRAMA DE POSTGRADO: EDAFOLOGÍA  
 CURSO: REGULAR - TEÓRICO  
 PROFESOR TITULAR: DRA. LIBIA IRIS TREJO TÉLLEZ  
 CLAVE DE PROFESOR: X02187  
 COLABORADOR (ES): \_\_\_\_\_  
 (ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR \_\_\_\_\_)  
 CORREO ELECTRÓNICO: \_\_\_\_\_  
 TELÉFONO: 595 9510198 EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO Edafología/Primer piso/210  
 CLAVE DEL CURSO: EDA653 PRE-REQUISITOS: \_\_\_\_\_

TIPO DE CURSO:

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-Práctico

PERIODO:

- Primavera  
 Verano  
 Otoño

SE IMPARTE A :

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

MODALIDAD:

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

CRÉDITOS: TRES

HORAS TEORÍA:	192	HORAS PRÁCTICA:	NO APLICA
Presenciales	125	LABORATORIO	_____
Extra clase	67	CAMPO	_____
Total	192	INVERNADERO	_____

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

### OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Analizar los procesos de absorción, transformación *in planta* y transporte de los nutrientes, así como los mecanismos de que disponen las células vegetales para regular dichos procesos a fin de estimular crecimiento, desarrollo, producción y calidad de las cosechas, con fundamento en la comprensión, el análisis y valoración de las funciones biológicas en las que se ven implicados los elementos esenciales o nutrientes en las plantas.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
40	<b>I. EL NITRÓGENO EN LA NUTRICIÓN DE CULTIVOS</b>	Analizar los procesos de absorción, transformación <i>in planta</i> y transporte del nitrógeno, así como los mecanismos de que disponen las plantas para la regulación de dichos procesos, buscando la comprensión de las funciones biológicas en las que está implicado el nitrógeno.
8	<b>1. Ciclo del nitrógeno y formas disponibles</b> 1.1. Transformaciones biológicas del N en el suelo 1.1.1. Amonificación, mineralización de la materia orgánica 1.1.2. Nitrificación 1.1.3. Denitrificación, volatilización y lixiviación 1.1.4. Los modelos de simulación	
8	<b>2. Asimilación del nitrógeno atmosférico</b> 2.1. Generalidades e importancia 2.2. Factores que afectan la fijación del nitrógeno atmosférico 2.3. Selectividad, infección y nodulación 2.4. Enzimas de la asimilación del N y C 2.5. Nutrición mineral nitrogenada y fijación de N <sub>2</sub>	
24	<b>3. Asimilación de N mineral</b> 3.1. Formas de absorción del N 3.2. Absorción, reducción y asimilación de nitrato 3.3. Absorción y asimilación del amonio 3.4. Nutrición nítrica-amoniaca 3.5. Transporte de compuestos nitrogenados 3.6. Biosíntesis de aminoácidos y proteínas 3.7. Requerimientos de N por los cultivos	
25	<b>II. EL FÓSFORO Y EL AZUFRE EN LA NUTRICIÓN DE CULTIVOS</b>	Analizar los procesos de absorción, transformación <i>in planta</i> y transporte del fósforo y azufre, así como los mecanismos de que disponen las plantas para la regulación de dichos procesos, buscando la comprensión de las funciones biológicas en las que está implicado el fósforo y el azufre.
5	<b>1. Los ciclos del fósforo (P) y el azufre (S) en la naturaleza</b> 1.1. Formas orgánicas e inorgánicas de P y S en el suelo 1.2. Factores que afectan la disponibilidad de P y S	
10	<b>2. Asimilación de P y S</b> 2.1. La absorción de P y S 2.2. Incorporación de P y S en moléculas orgánicas 2.3. Transporte de P y S	
10	<b>3. Funciones del P y S en las plantas</b> 3.1. Importancia de P y S en la producción y calidad de cultivos	



HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
<b>30</b>	<b><u>III. EL POTASIO, CALCIO Y MAGNESIO EN LA NUTRICIÓN DE CULTIVOS</u></b>	Analizar los procesos de absorción, transformación <i>in planta</i> y transporte del potasio, calcio y magnesio; así como los mecanismos de que disponen las plantas para la regulación de dichos procesos, buscando la comprensión de las funciones biológicas en las que está implicado el potasio, calcio y magnesio.
6	1. Ciclos en la naturaleza 1.1. Formas de K, Ca y Mg en el suelo 1.2. Factores que afectan su disponibilidad	
14	2. Asimilación de K, Ca y Mg 2.1. Funciones en la planta 2.2. Absorción de K, Ca y Mg 2.3. Transporte de K, Ca y Mg	
10	3. Importancia del K, Ca y Mg en la calidad de cultivos	
<b>25</b>	<b><u>IV. LOS MICRONUTRIMENTOS EN LA NUTRICIÓN DE CULTIVOS</u></b>	Analizar los procesos de absorción, transformación <i>in planta</i> y transporte de micronutrientos, así como los mecanismos de que disponen las plantas para la regulación de dichos procesos, buscando la comprensión de las funciones biológicas en las que están implicados los micronutrientos.
4	1. Ciclos de Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, Cl, Ni y B	
10	2. Factores que afectan su disponibilidad y formas asimilables	
11	3. Funciones de los micronutrientos	
<b>5</b>	<b><u>V. IMPACTO AMBIENTAL</u></b>	Analizar el impacto ambiental de la fertilización con macro y micronutrientos en la nutrición de cultivos.
5	1. Fertilización con macro y micronutrientos	

EN CASO DE CURSO TEÓRICO-PRÁCTICO O PRÁCTICO, SE DEBERÁ AGREGAR EL MANUAL DE PRÁCTICAS CORRESPONDIENTE, CUYO FORMATO DE CADA PRÁCTICA, DEBE ESTAR INTEGRADO POR PROTOCOLO, BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA Y EVALUACIÓN. EL PROTOCOLO DE CADA PRÁCTICA DEBE INCLUIR, INTRODUCCIÓN-REVISIÓN DE LITERATURA, MATERIALES Y MÉTODOS, MÁS INDICACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

---

LISTA DE PRÁCTICAS  
(TÍTULO, OBJETIVOS PUNTUAL, NUM. DE HORAS)

---

## NO APLICA

---

### RECURSOS DIDÁCTICOS

---

Pintarrón y plumones  
Rotafolio  
Modelos  
Diapositivas  
Mapas conceptuales  
Esquemas  
Lluvias de ideas  
Cuadros comparativos  
Análisis de imágenes y gráficos  
Videos y animaciones  
Reflexiones y comentarios de experiencias prácticas sobre los temas  
Dinámicas de preguntas y respuestas

---

---

### NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

---

#### Normas de evaluación

- Calificaciones mínimas aprobatorias de 8.
- Para obtener una calificación es necesario estar inscrito formalmente en el curso.
- Serán aceptados alumnos en calidad de oyentes, pero no recibirán calificación.
- El estudiante debe participar en todas y cada una de las evaluaciones establecidas al inicio del curso.
- Se respetarán los calendarios establecidos para clases, evaluaciones escritas y formativas.
- Los temas I a IV serán evaluados al final del mismo mediante una evaluación continua (examen escrito).
- Se realizará una exposición ante el grupo (evaluación formativa), misma que deberá ser preparada revisando literatura científica seria, no se permiten páginas de internet.
- El material para evaluar en cada examen escrito será el revisado en cada uno de los temas dentro de la clase e investigaciones o tareas extra-clase.
- La calificación final será el resultado de evaluaciones escritas, formativas y participación de acuerdo con los porcentajes establecidos.

### Procedimiento de evaluación

- a) Evaluaciones escritas, representan 80% de la calificación total. Se realizarán cuatro, una por tema desde el tema I y hasta el IV. Serán programadas dos semanas después del término del tema por evaluar.
- b) Evaluación formativa, representa el 20% de la calificación total  
La evaluación formativa consiste en la preparación de un tema y exponerlo al grupo  
Las exposiciones:
  - Se incluyen dentro del temario de examen y son individuales
  - Se envían (vía correo electrónico) a sus compañeros un resumen del artículo que van a exponer y las diapositivas del mismo para que ellos tomen nota, antes de la exposición. Deben enviar estos materiales también un día antes de la exposición a más tardar a las 14:00 h.
  - Los temas pueden ser enriquecidos con la revisión de otros artículos o documentos

El calendario de exposiciones es presentado y consensuado en la primera sesión

---

### BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA (AUTOR, AÑO, TÍTULO, EDITORIAL, FECHA, EDICIÓN)

---

- Alcántar González, G., Trejo-Téllez, L.I., Gómez-Merino, F. C. 2016. Nutrición de cultivos. Segunda edición. Colegio de Postgraduados.
- Bajguz, A. 2007. Metabolism of brassinosteroids in plants. *Plant Physiology and Biochemistry* 45: 95-107.
- Dučić, T. and Polle, A. 2005. Transport and detoxification of manganese and copper in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 17(1): 103-112.
- Hammond, J. P. and White, P. J. 2008. Sucrose transport in phloem: integrating root responses to phosphorus starvation. *Journal of Experimental Botany* 59(1): 93-109.
- Hepler, P. K. 2005. Calcium: A central regulator of plant growth and development. *Plant Cell* 17: 2142-2155.
- Hirel, B., Gouis, L., Ney, B. and Gallais, A. 2007. The challenge of improving nitrogen use efficiency in crop plants: towards a more central role for genetic variability and quantitative genetics within integrated approaches. *Journal of Experimental Botany* 58(9): 2369-2387.
- Hörtensteiner, S. and Feller, U. 2002. Nitrogen metabolism and remobilization during senescence. *J. Exp. Bot.* 53:927-37
- Cheng-Hsun H., Shan-Hua, L., Heng-Cheng, H. and Yi-Fang, T. 2009. CHL1 functions as nitrate sensor in plants. *Cell* 138: 1184-1194.
- Knicker, H. 2004. Stabilization of N-compounds in soil and organic-matter-rich sediments –what is the difference? *Marine Chemistry* 92: 167-195.
- López-Millán AF, Morales F, Andaluz S, Gogorcena Y, Abadía A, De Las Rivas J, Abadía J. 2000. Responses of Sugar Beet Roots to Iron Deficiency. Changes in Carbon Assimilation and Oxygen Use. *Plant Physiol.* 124(2):885-98.
- Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. 2nd. Edition. Academic Press. UK. 889 p.
- Maruyama-Nakashita, A., Nakamura, Y., Watanabe-Takahashi, A., Yamaya, T. and Takahashi, H. 2004. Induction of SULTR1;1 sulfate transporter in Arabidopsis roots involves protein phosphorylation/dephosphorylation circuit for transcriptional regulation. *Plant and Cell Physiology* 45: 340-345.
- Nasreen S., Haque, M. M., Hossain, M. A. and Farid, A. T. M. 2007. Nutrient uptake and yield of onion as influenced by nitrogen and sulphur fertilization. *Bangladesh J. Agril. Res.* 32(3): 413-420.
- Nolan, T., Vukasinovic, N., Liu, D., Russinova, E. and Yin, Y. 2020. Brassinosteroids : multidimensional regulators of plant growth, development, and stress responses. *Plant Cell.* 32(2): 295-318. Doi: 10.1105/tpc.19.00335
- Raghothama, K. G. 2000. Phosphate transport and signaling. *Current Opinion Plant Biology.* 3(3):182-187.
- Raghothama, K. G. and Karthikeyan, A. S. 2005. Phosphate acquisition. *Plant and Soil* 274: 37-49.
- Rengel, Z. and Damon, P. M. 2008. Crops and genotypes differ in efficiency of potassium uptake and use. *Physiology Plantarum* 133(4): 624-636.
-

- Shireen, F., Nawaz, M. A., Chen, C., Zhang, Q., Zheng, Z., Sohail, H., Sun, J., Cao, H., Huang, Y. and Bie, Z. 2018. Boron: Functions and Approaches to Enhance Its Availability in Plants for Sustainable Agriculture. *Int J Mol Sci.* 19(7): 1856. Doi: 10.3390/ijms19071856
- Stigter, K. A. and Plaxton, W. C. 2015. Molecular Mechanisms of Phosphorus Metabolism and Transport during Leaf Senescence. *Plants.* 4(4): 773–798. Doi: 10.3390/plants4040773
- Sugiyama, N., Nakagami, H., Mochida, K., Daudi, A., Tomita, M., Shirasu, K. and Ishihama, Y. 2008. Large-scale phosphorylation mapping reveals the extent of tyrosine phosphorylation in *Arabidopsis*. *Mol. Syst. Biol.* 4: 193.
- Takahashi, H., Watanabe-Takahashi, A., Smith, F. W., Blake-Kalff, M., Hawkesford, M.J. and Saito, K. 2000. The roles of three functional sulphate transporters involved in uptake and translocation of sulphate in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 23: 171–182.
- Tani, F. H. and Barrington, S. 2005. Zinc and copper uptake by plants under two transpiration rates. Part I. Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Environ. Pollut.* 138(3):538-547.
- Tausz, M., Sirceli, H. and Grill, D. 2004. The glutathione system as a stress marker in plant ecophysiology: is a stress-response concept valid? *Journal of Experimental Botany* 55(404): 1955-1962.
- Ticoni, C. A., Delatorre, C. C. and Abel, S. 2001. Attenuation of phosphate starvation responses by phosphite in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 127: 963-972.
- Trejo-Téllez, L. I., Estrada-Ortiz, E., Gómez-Merino, F. C., Becher, C., Krumbein, A. and Schwarz, D. Flavonoid, Nitrate and glucosinolate concentrations in Brassica species are differentially affected by photosynthetically active radiation, phosphate and phosphite. *Front. Plant Sci.* 10:371. doi: 10.3389/fpls.2019.00371
- Tripathi, D. K., Singh, S., Gaur, S., Singh, S., Yadav, V., Liu, S., Singh, V.P., Sharma, S., Srivastava, P., Prasad, S.M., Dubey, N. K., Chauhan, D. K. and Sahi, S. 2018. Acquisition and homeostasis of iron in higher plants and their probable role in abiotic stress tolerance. *Front. Plant Sci.* 8: 129. Doi: 10.3389/fpls.2017.00129
- Vert, G. and Chory, J. 2009. A toggle switch in plant nitrate uptake. *Cell* 138: 1064-1066.
- Xiong, T. C., Bourque, S., Lecourieux, D., Amelot, N., Grat, S., Brière, C., Mazars, C., Pugin, A., Ranjeva, R. 2006. Calcium signaling in plant cell organelles delimited by a double membrane. *Biochim. Biophys. Acta* 1763(11):1209-1215.
- Yamasaki, H., Pilon, M. and Shikanai, T. 2008. How do plants respond to copper deficiency? *Plant Signaling and Behavior* 3(4): 231-232.
- Yanagisawa S, Akiyama A, Kisaka H, Uchimiya H, Miwa T. 2004. Metabolic engineering with Dof1 transcription factor in plants: Improved nitrogen assimilation and growth under low-nitrogen conditions. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A.* 101(20):7833-7838.
- Zhang, Q.-Ch., Wang, G.-H. and Xie, W.-X. 2006. Soil organic N forms and N supply as affected by fertilization under intensive rice cropping system. *Pedosphere* 16(3): 345-353.

**FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES**

TITULO DEL MANUEL SANDOVAL VILLA  
 CURSO: EDAFOLOGÍA  
 PROGRAMA DE  
 POSTGRADO:  
 CURSO: CULTIVOS HIDROPÓNICOS Y SUSTRATOS  
 PROFESOR MANUEL SANDOVAL VILLA  
 TITULAR:  
 CLAVE DE X12089  
 PROFESOR  
 COLABORADOR  
 (ES):  
 (ANOTAR  
 NOMBRE Y  
 CLAVE DE CADA  
 PROFESOR  
 CORREO msandoval@colpos.mx  
 ELECTRÓNICO:  
 TELÉFONO: 5959510198 EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO EDA/2/209  
 CLAVE DEL EDA654 **PRE-REQUISITOS:**  
 CURSO: \_\_\_\_\_

TIPO DE CURSO: PERIODO:

[ ] Teórico [ ] Primavera  
 [ ] Práctico [X] Verano  
 [X] Teórico-Práctico [ ] Otoño

SE IMPARTE A : MODALIDAD:

[X] Maestría en Ciencias [X] Presencial  
 [ ] Doctorado en Ciencias [ ] No presencial  
 [ ] Maestría Tecnológica [ ] Mixto

CRÉDITOS: 3

HORAS

TEORÍA: 48	HORAS PRÁCTICA: 16
Presenciales 48	LABORATORIO 6 _____
Extra clase 144	CAMPO _____
Total	INVERNADERO 10 _____

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

## OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Valorar los aspectos teóricos y prácticos de los cultivos hidropónicos y de sustratos para establecer sistemas hidropónicos acordes a las necesidades de productores de diferentes niveles económicos, operarlos, diseñar nuevos sistemas y generar conocimientos con base en los principios de la hidroponía: planta, química, fisiología vegetal y ambiente y de las necesidades de los usuarios finales.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
3.0	<b>1. Fundamentos de la hidroponía</b> Reseña breve de la historia de la hidroponía. Diferencias entre hidroponía y los cultivos tradicionales en suelo. Condiciones para practicar los cultivos hidropónicos al aire libre o bajo invernadero. Ventajas y desventajas de la hidroponía respecto a cultivo en suelo.	Revisar los fundamentos de la hidroponía y diferenciar de los cultivos en suelo.
3.0	<b>2. Factores ambientales en la producción de cultivos</b> Factores ambientales que afectan el crecimiento y desarrollo de los cultivos hidropónicos en condiciones de invernadero y al aire libre: luz, temperatura, humedad relativa, déficit de presión de vapor, CO <sub>2</sub> .	Examinar el efecto de los factores ambientales en la producción de cultivos.
6.0	<b>3. La calidad del agua disponible para cultivo hidropónico</b> Características físicas y químicas del agua en relación con su uso en hidroponía. Análisis químico de agua: diferencias en relación al agua para uso agrícola tradicional. Uso de aguas salinas o alcalinas. Variaciones en su composición química.	Identificar las propiedades más importantes del agua para el cultivo hidropónico, su problemática y las repercusiones en las soluciones nutritivas.
12.0	<b>4. La solución nutritiva</b> Definición. Principios químicos involucrados en su formulación, preparación y manejo. Formas químicas de los nutrimentos en la solución nutritiva. Presión osmótica, relaciones de aniones, relaciones de cationes y pH. Preparación, formulación y manejo de la solución nutritiva en los cultivos hidropónicos. Relaciones entre los cultivos y las condiciones nutritivas. Preparación de soluciones nutritivas para investigaciones específicas.	Analizar los principales aspectos químicos de la solución nutritiva y su efecto en la producción de cultivos hidropónicos.
3.0	<b>5. Las fuentes de nutrimentos esenciales</b> Características físicas y químicas que deben reunir los fertilizantes, las sales comerciales y los ácidos para uso agrícola en la preparación de soluciones nutritivas. Manejo de las fuentes. Preparación de soluciones nutritivas con fertilizantes compuestos.	Valorar las principales características deseables de los fertilizantes simples y compuestos utilizados para la preparación de soluciones nutritivas.
6.0	<b>6. Los sistemas hidropónicos</b> Descripción de los sistemas hidropónicos más empleados en los sistemas comerciales. Sistemas hidropónicos usados en investigación. Selección de un sistema en relación al cultivo, las condiciones ambientales y el tamaño de la instalación. Sistemas hidropónicos con o sin reutilización de la solución nutritiva. Acuaponía Hidroponía orgánica	Contrastar las principales características de los sistemas hidropónicos y clasificarlos conforme a sus características, ventajas y desventajas.

	Principios estructurales de las instalaciones comerciales.	
6.0	<b>7. Sustratos</b> Clasificación de sustratos: inertes y orgánicos. Propiedades físicas. Propiedades químicas Propiedades biológicas. El sustrato ideal. Caracterización de sustratos Preparación de los sustratos Manejo de los sustratos.	Comparar las características de los principales sustratos para cultivo hidropónico.
6.0	<b>8. Invernaderos</b> Clasificación, diseño, cargas vivas, cargas muertas, ventilación, calefacción, automatización, manejo del ambiente, los invernaderos cerrados.	Presentar las características de los invernaderos, su diseño en función del clima y del tipo de cultivo.
3.0	<b>9. Labores culturales en los cultivos hidropónicos</b> Principales prácticas culturales de los cultivos hidropónicos, diferencias con los cultivos en suelo, preparación de sustratos, siembra, riego, trasplante, tutoreo, poda, polinización, cosecha, principales diferencias en manejo entre los sistemas hidropónicos.	Diferenciar las prácticas culturales exclusivas de los cultivos hidropónicos de las que se realizan en cultivos a la intemperie.

EN CASO DE CURSO TEÓRICO-PRÁCTICO O PRÁCTICO, SE DEBERÁ AGREGAR EL MANUAL DE PRÁCTICAS CORRESPONDIENTE, CUYO FORMATO DE CADA PRÁCTICA, DEBE ESTAR INTEGRADO POR PROTOCOLO, BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA Y EVALUACIÓN. EL PROTOCOLO DE CADA PRÁCTICA DEBE INCLUIR, INTRODUCCIÓN-REVISIÓN DE LITERATURA, MATERIALES Y MÉTODOS, MÁS INDICACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

<b>LISTA DE PRÁCTICAS (TÍTULO, OBJETIVOS PUNTUALES, NÚMERO DE HORAS)</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Horas</b>
1. Elaboración de soluciones patrón o soluciones concentradas	Calcular las cantidades de reactivos que se utilizan en las soluciones nutritivas a una concentración 1 M de cada macronutriente y una solución de Hoaglan y Arnon concentrada 1000 veces de micronutrientes.	1.0
2. Preparación de una solución nutritiva considerando nutrientes que aporta el agua	Determinar la concentración de elementos químicos del agua de riego, calcular los aportes vía fertilizantes químicos para preparar 1 m <sup>3</sup> de solución nutritiva.	1.0

3. Preparación de soluciones concentradas en tanques separados	Diseñar un esquema de separación de fertilizantes solubilizados a alta concentración con base en sus características químicas de solubilidad para grandes proyectos de hidroponía	2.0
4. Inyección de soluciones nutritivas concentradas	Calcular las relaciones de inyección de nitratos, sulfatos, micronutrientes y ácido con base en la solubilidad de los fertilizantes y la capacidad de inyección de un inyector tipo venturi.	2.0
5. Establecimiento de un cultivo hidropónico	Establecer un cultivo hidropónico de ciclo corto con base en la fenología y demanda nutrimental del mismo cultivo con sustrato mineral (tezontle) y uso de una solución nutritiva elaborada con fertilizantes comerciales.	2.0
6. Caracterización física de sustratos y preparación de mezclas	Contrastar las características físicas de sustratos minerales, orgánicos y sintéticos y comparar contra las características de mezclas de sustratos minerales y orgánicos.	2.0
7. Hidroponía orgánica	Establecer un cultivo hidropónico de ciclo corto con base en la fenología y demanda nutrimental del mismo cultivo con sustrato orgánico (composta o bocashi) y riego con agua de pozo.	2.0
8. Acuaponía	Elaborar un módulo de acuaponía con el uso de tezontle en la unidad de producción de plantas y tilapias en la unidad de peces y calcular la tasa de alimentación y caracterizar la concentración de nutrientes y carga de plantas.	2.0
9. Caracterización de estructuras de protección vegetal	Describir las diferentes estructuras de protección vegetal con que se cuenta en la empresa CONAPLOR considerando materiales, dimensiones, material de sombreo y de mallas anti-insectos así como la caracterización del clima en las mismas estructuras.	2.0
Total		16



### **Normas de evaluación**

Exámenes cortos = 20%

Exámenes parciales, tres exámenes = 60%; 20% cada uno.

Tareas tienen un valor de 20%.

### **Procedimiento de evaluación**

#### **Exámenes cortos**

La evaluación se lleva a cabo clase tras clase: exámenes cortos, que incluyen temas de prácticas, con 20% del valor del total de la evaluación.

#### **Exámenes parciales**

Tres parciales que incluyen temas de prácticas: 20% de la evaluación total: 60% de la evaluación total.

#### **Tareas**

Las tareas tienen un valor de 20% del total de la evaluación. Se entregarán a lo largo del curso y se entregan una semana después vía correo electrónico: [msandoval@colpos.mx](mailto:msandoval@colpos.mx)  
Tareas elaboradas con **copy and paste** (copiado y pegado) tendrán un valor de 0% dado que es fraude hacer este tipo de acciones.

---

## **Bibliografía por temas**

### **1. Fundamentos de la Hidroponía**

Baca Castillo, G.A. 1983. Efecto de la solución nutritiva, la frecuencia de los riegos, el sustrato y la densidad de siembra en cultivos hidropónicos al aire libre de pepino, melón y jitomate. Centro de Edafología. Tesis de Doctorado en Ciencias. Chapingo, México.

Baca Castillo, G.A. A. Quevedo Nolasco y E. Rodríguez C. 2016. Hidroponía. 154 p. México,

Schwars, M. 1975. Guide to commercial hydroponics. Israel University Press, Jerusalem, Israel. 136 p.

Resh, H.M. 1981. Hydroponic food production. A definitive guidebook of soilless food growing methods. Woodridge Press University Press Pub. Co. USA, 335 p.

### **2. Las condiciones ambientales**

Bidwell, R.G.S. 1979. Fisiología Vegetal. Segunda edición. AGT, Editor, México, D.F.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London, UK.

Medina San Juan, J. A. 1997. Cultivo moderno del tomate. Mundi-prensa, Madrid, 255 p.

Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate, Mundi-Prensa, Madrid, España. 793 p.

Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1999. Plant Physiology.

Takakura, T. 1993. Climate under cover. Digital dynamics simulation in plant-bio-engineering. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.

### **3. La calidad del agua disponible para cultivo hidropónico**

Ayers R.S. y D. W. Westcot. 1987. La calidad del agua en la agricultura, FAO, riego y drenaje 29. Roma, Italia. 174 p.

Cadahia L., C. 1998, 2000 y 2005. Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Mundi-Prensa, Madrid, España. 475 p.

---

#### **4. La solución nutritiva**

Baca-Castillo, G. A., A. Quevedo N y E. Rodríguez C. 2016. Hidroponía.

Hewitt, E.J. 1969. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. Commonwealth Agricultural Bureaux. UK.

Steiner, A. A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant and Soil* XV (2): 134-154.

Steiner, A. A. 1966. The influence of the chemical composition of a nutrient solution on the production of tomato plants *Plant and Soil* XXIV (3): 454-466.

Steiner, A. A. 1968. Soilless culture. Proc. 6<sup>th</sup> Colloquium of the International Potash Institute, Florence, Italy.

Steiner, A. A. 1984. The universal nutrient solution. ISOSC Proceedings, Lunteren, The Netherlands. 633-649.

#### **5. Las fuentes de nutrimentos**

Cadahia L., C. 2005. Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Mundi-Prensa, Madrid, España, 475 p.

Engelstad, O.P. 1985. Fertilizer technology and use. Soil Sci. Soc. Am., Madison WI, USA. 633 p.

#### **6. Los sistemas hidropónicos**

Penningsfeld, F. y P. Kurzmann. 1975. Cultivos hidropónicos y en turba. Ediciones Mundi-prensa, Madrid, España. 310 p.

Resh, H.M. 1981-2004. Hydroponic food production. A definitive guidebook of soilless food growing methods. New Concept Press. Mahwah, NJ, USA 571 p.

Urrestarazu G., M. 2003. Tratado de cultivo sin suelo. Mundi-Prensa, Universidad de Almería, España. 914 p.

#### **Acuaponía**

Bernal Melo, I.; García Rico, E.; Soto Zarazúa, G., s/f. Sistema de producción mixta Hortícola-acuícola. Facultad de Ingeniería. Departamento de Posgrado. Universidad Autónoma de Querétaro. 4 pp.

---

---

Diver, S., 2006. *Aquaponics: Integration of Hydroponics with Aquaculture*. ATTRA publications. National Sustainable Agriculture Information Service. 28 pp.

Chapell, J. A.; Brown, T. W. & Purcell, T., 2008. A demonstration of tilapia and tomato culture utilizing an energy efficient integrated system approach. 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture 2008. pp 23-32.

Losordo, T.; Masser, M. P. & Rakocy, J., 1998. *Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: An Overview of Critical Considerations*. Southern Regional Aquaculture Centre Publication No 451. Southern Regional Aquaculture Centre, USA.

Lewis, W. M.; Yopp, J. H.; Schramm, H. L.; Brandenburg, A. M., 1978. Use of hydroponics to maintain quality of recirculated water in a fish culture system. *Transactions of the American Fisheries Society*. 107:92–99.

Masser, M. P.; Rakocy, J. E. & Losordo, T. M., 1999. *Recirculating aquaculture tank production systems: management of recirculating systems*. Southern Regional Aquaculture Centre Publication No 452. Southern Regional Aquaculture Centre, USA.

McMurtry, M. R.; Sanders, D. C.; Cure, J. D.; Hodson, R. G.; Haning, B. C.; St. Amand, P. C., 1997. Efficiency of water use of an integrated fish/vegetable co-culture system. *J. World Aquaculture Soc.* 28:420–428

Rafiee, G. H.; & Saad, C. R., 2006. The Effect of Natural Zeolite (Clinoptiolite) on Aquaponic Production of Red Tilapia (*Oreochromis sp.*) and Lettuce (*Lactuca sativa var. longifolia*), and Improvement of Water Quality. *Journal of Agriculture Science and Technology*. 8: 313-322.

Rakocy, J. E.; Bailey, D. S.; Shultz K. A. & Cole, W. M., 1997. Evaluation of a commercial scale aquaponic unit for the production of tilapia and lettuce. Pages 357-372 in: K. Fitzsimmons, ed. *Tilapia Aquaculture: Proceedings of the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, Orlando, Florida.

Rakocy, J. E., 1999. The status of aquaponics Part 1. *Aquaculture Magazine*. Julio-Agosto. Pp 83 – 88. USA. Rakocy, J. E., 1999. The status of aquaponics Part 2. *Aquaculture Magazine*. Septiembre-octubre. Pp 64 – 70. USA.

Rakocy, J. E.; Shultz, R. C.; Bailey, D. S. & Thoman, E. S., 2004. Aquaponic production of tilapia and basil: comparing a batch and staggered cropping system. *Acta Horticulturae (ISHS)* 648:63-69.

Rakocy, J. E.; Masser, M. P. & Losordo, T. M., 2006. *Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics—Integrating Fish and Plant Culture*. Southern Regional Aquaculture Centre Publication No 454. Southern Regional Aquaculture Centre, USA.

### **Hidroponía orgánica**

---

---

K. Atkin y M. Nichols. 2008. Hidroponía orgánica. Red Hidroponía, Boletín No 38. 2008. Lima-Perú.

Becerra- Sánchez G., J. Sánchez-Martínez, B. A. Bojórquez-Martínez, L. J. Arellano-Rodríguez. 2006. Prueba de sustratos bajo un sistema organopónico en lechuga para el proyecto de growing connection de FAO. Avances en la Investigación Científica en el CUCBA. La Habana, Cuba. <http://es.scribd.com/doc/54429708/ORGANOPONIA-sustratos>.

### **Referencias para bokashi**

<http://bocashi.wordpress.com/category/em-bokashi-producto-comercial/>

<http://www.reboreda.es/Documentos/el%20libro%20del%20bokashi.pdf>

## **7. Sustratos**

Abad, M., P. Noguera, y V. Noguera. 1996. "Turberas para semilleros". En II Jornadas sobre semillas y semilleros hortícolas. Congresos y Jornadas, 35/96. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla, pp. 79-101.

Abad B. M., y P. Noguera M. 1998. Sustratos para cultivo sin suelo y fertirrigación. En C. Cadahia L., 1998. Fertirrigación, cultivos hortícolas y ornamentales. Mundi-Prensa, pp. 289-342, España.

Burés S. 1998. Introducción a los sustratos. Aspectos generales. En Pastor Saez, J. N. 1999. Tecnología de sustratos. Ediciones de la Universidad de Lleida, España.

Pastor S., J.N. 1999. Tecnología de sustratos. Ediciones de la Universidad de Lérida, España.

Urrestarazu G. M. 2000. Manual de cultivo sin suelo. Mundi-Prensa, Universidad de Almería, España.

Urrestarazu G., M. 2003. Tratado de cultivo sin suelo. Mundi-Prensa, Universidad de Almería, España. 914 p.

## **7. Las labores culturales en los cultivos Hidropónicos**

Blancard, D. 1988. A color atlas of tomato diseases. Observation, identification and control.

Manson Publishing, London, UK. 212 p.

Castellanos Z., J. 2009. Manual de producción de jitomate en invernadero. Intagri, S.C.

Celaya. Gto., México.

---

---

Pérez G., M y R. Castro B. 1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

Rubatzky, V. E. and M. Yamaguchi. 1997. World vegetables. Principles, production and nutritive values. Chapman and Hall, New York, 843 p.

Snyder, R.G. 1996. Greenhouse tomato handbook. Mississippi State University Extension Service, publication 1828. Jackson, MS, USA.

Universidad de California. 1990. Integrated pest management for tomatoes. Third edition, Publication 3274, 105 p.

Zeidan, O. 2005. Tomato production under protected conditions. CINADCO, Jerusalem, Israel. 97 p.

### **8. Invernaderos, infraestructura para agricultura protegida**

Aldrich, R.A y J. W. Bartok. 1994. Greenhouse engineering. NARES-33, Ithaca, NY, 211 p.

Castilla P., N. 2004. Invernaderos de plástico: tecnología y manejo. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 462 p.

Hannan, J.J. 1998. Greenhouses. Advanced technology for protected horticulture. CRC Press LLC, Boca Raton, FL, USA. 684 p.

Jones, B. Jr. 1999. Tomato plant culture. In the field, greenhouse, and home garden. CRC Press, Boca Raton. FL, USA. 199 p.

Matallana G., A. y J. I. Montero C. 1995. Invernaderos. Diseño, construcción y climatización. Segunda edición, Mundi-Prensa. Madrid, España.



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Programa de Estudios

**TÍTULO DEL CURSO:** PRODUCCIÓN INTENSIVA DE HORTALIZAS EN INVERNADERO

**PROFESOR TITULAR:** DR. PROMETEO SÁNCHEZ GARCÍA

**CLAVE DE PROFESOR:** X01318

**COLABORADOR (ES):**

(ANOTAR NOMBRE Y  
CLAVE DE CADA  
PROFESOR

**CORREO ELECTRÓNICO:** [promet@colpos.mx](mailto:promet@colpos.mx)

**TELÉFONO:** 5959520200 ext  
1262 subext 107

EDAFOLOGÍA/PRIMER  
PISO/209

**CLAVE DEL CURSO:** EDA655

PRE-REQUISITOS: Ninguno

## TIPO DE CURSO:

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-Práctico

## PERIODO:

- Primavera  
 Verano  
 Otoño

## SE IMPARTE A :

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

## MODALIDAD:

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

**CRÉDITOS:** TRES  
**HORAS:** 48  
**TEORÍA:**  
**Presenciales** 36  
**Extra clase** 144  
**Total** 192

**HORAS PRÁCTICA:** 22.5  
**LABORATORIO** 6  
**CAMPO** 6  
**INVERNADERO** 10

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

## OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Presentar, analizar y discutir los principales principios de la producción de hortalizas en condiciones protegidas y elaborar un proyecto productivo.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
2.0	<b>1. Introducción</b> 1. Historia de la producción de hortalizas en invernadero 1. Estadísticas de la situación de hortalizas en invernadero en México y el Mundo 2. Producción fuera de la temporada (ventanas) 3. Comparación económica de la producción de hortalizas en campo e invernadero 4. Norma NOM-EM-034-FITO-2000, Requisitos y especificaciones para la aplicación y certificación de buenas prácticas agrícolas (BPA) en los procesos de producción de frutas y hortalizas frescas.	Presentar los antecedentes de los invernaderos y temas asociados como la hidroponía y cuestiones de seguridad, bioseguridad e inocuidad.
3.00	a. El Internet para servicio de extensión.	
6.00	<b>2. Estudios de mercado</b> a. Definición b. Utilización c. Importancia	Concientizar a los alumnos sobre la importancia de los estudios de mercado.
5.00	<b>3. Principales cultivos en invernadero</b> a. <b>Taxonomía</b> b. <b>Morfología</b> c. <b>Fisiología</b>	Estudiar los principales características de los cultivos rentables en invernadero
6.00	<b>4. Sustratos para cultivo hidropónico</b> a. Características físicas b. Características químicas c. Características biológicas d. El suelo como sustrato	Señalar la importancia de los medios para la producción utilizando sustratos y su contraste con el suelo
6.00	<b>5. Soluciones Nutritivas</b> a. Preparación b. Manejo c. Inyección d. Criterios de dosificación e. Soluciones fertilizante	Resaltar los aspectos más importantes de las soluciones nutritivas
5.00	<b>6. Hidroponía y Fertirriego</b> a. Hidroponía y fertirriego: definiciones b. Su utilización c. Sistemas hidropónicos	Diferenciar entre el fertirriego y la hidroponía; casos en que procede uno u el otro.
5.00	<b>7. Diseño y manejo de invernaderos</b> a. Ventilación b. Calefacción c. Humedad relativa d. Luz e. Déficit de presión de vapor	Orientar al estudiante sobre los criterios utilizados para escoger un invernadero



5.00	<b>8. Prácticas culturales</b> a. Actividades en campo b. Actividades en invernadero c. Planeación	Valorar la intensidad de las actividades culturales en la producción de cultivos en invernadero.
3.00	<b>9. Producción de plántulas</b> a. Almacigos b. Estructuras especializadas c. Condiciones climáticas óptimas d. Sanidad de las plántulas	Valorar los cuidados de esta actividad y su potencial como un negocio rentable.
4.00	<b>10. Control integrado de plagas y enfermedades</b> a. El control integral b. Manejo preventivo c. Biofumigación d. Biofertilización e. Sustentabilidad	Proporcionar información sobre los diferentes enfoques más aceptables para el control de plagas y enfermedades dentro de los invernaderos
3.00	<b>11. Cosecha y manejo postcosecha</b> a. Bases fisiológicas de la cosecha y del manejo postcosecha b. Criterios para definir el mejor momento de cosecha c. Estrategias de valor agregado	Valorar los criterios utilizados por los comercializadores para la cosecha y su posterior manejo y logística

## PRÁCTICAS

- 1. Reconocimiento de invernaderos en la región**  
Objetivo: Identificar los tipos de invernaderos existentes en la región. Horas: 3.0
- 2. Reconocimiento de equipo de control del ambiente en invernaderos**  
Objetivo: Identificar los principales equipos y estrategias que utilizan en los invernaderos para controlar y registrar el ambiente de los invernaderos. Horas: 3
- 3. Manejo de almacigos**  
Objetivo: Valorar el establecimiento de almacigos como actividad técnica indispensable para el inicio de cultivos rentables y también como un negocio. Horas: 1.5
- 4. Preparación de soluciones nutritivas**  
Objetivo: Identificar los principales fertilizantes para la elaboración de soluciones nutritivas, requisitos de las mismas y su mantenimiento. Horas: 3.0
- 5. Preparación de sustratos**  
Objetivo: Identificar las principales características físicas, químicas y biológicas de los sustratos, su utilización y efectos sobre el crecimiento de las plantas. Horas: 3
- 6. Construcción de sistemas de riego**  
Objetivo: Identificar y construir un sistema de riego para riego y nutrición de cultivos. Horas: 3
- 7. Manejo del riego y soluciones nutritivas**  
Objetivo: Identificar las estrategias para la manipulación de las soluciones nutritivas concentradas  
Horas: 1.5
- 8. Prácticas culturales en invernadero**  
Objetivo: Valorar las actividades culturales adicionales en los invernaderos respecto a las que se llevan a cabo en campo. Horas: 1.5
- 9. Control de plagas y enfermedades**  
Objetivo: Valorar las estrategias para controlar plagas y enfermedades en los cultivos desarrollados en invernadero. Horas: 1.5
- 10. Cosecha y manejo postcosecha**  
Objetivo: Describir los cuidados y estrategias para agregar valor a las cosechas. Horas: 1.5

## RECURSOS DIDÁCTICOS

Clases con presentaciones en powerpoint  
Salidas a los invernaderos cercanos así como a empresas dedicadas a la producción de plantas ornamentales en invernadero  
Visita a los módulos escuela del Colegio de Postgraduados

Seminarios de temas de vanguardia a ser presentados por los estudiantes

Consulta de estudios de caso

### Normas de evaluación

Asistencia mínima del 90% de las clases  
El alumno elabora un proyecto productivo en el cual se utilizan estructuras de agricultura protegida.  
Este proyecto se revisa por el instructor y se corrige por el estudiante las veces que sea necesario.

### Procedimiento de evaluación

Teoría (tareas 5%, seminario 5%, proyecto productivo 60%) = 70%  
Prácticas = 30%

## BIBLIOGRAFÍA

- Aldrich, R.A y J. W. Bartok. 1994. Greenhouse engineering. NARES-33, Ithaca, N.Y., 211 p.
- Ansorena M., J. 1994. Sustratos. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Benton Jones, J. Jr. 1999. Tomato plant culture. In the field, greenhouse, and home garden. CRP Press, 199 p.
- Blancard, D. 1988. A color atlas of tomato diseases. Observation, identification and control. Manson Publishing, London, UK. 212 p.
- Burés, S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid, España, 342 p.
- Burt, C., K. O'Connor, y T. Ruehr. 1995. Fertigation. Irrigation Training and Research Center, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, California, 295 p.
- Cadahia L., C. 2005. Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Castilla, N. 2004. Invernaderos de plástico: tecnología y manejo. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- García D., G. 2000. La rentabilidad del tomate rojo en Sinaloa, México. Tesis de Dr. en Ciencias, Especialidad de Economía, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Hannan, J.J. 1998. Greenhouses. Advanced Technology for Protected Horticulture. CRC Press LLC, 684 p.
- Jones, J.B. y J.J. Paul J. 1991. Compendium of tomato diseases. APS Press, St. Paul MN, 73 p.
- Maynard, D.N. y G. Hochmut. 1997. Knott's Handbook for Vegetable Growers. John Wiley and Sons, 4<sup>th</sup>. Ed., New York, 582 p.
- Maroto B, J.V., A. M. Gómez, C. Baixauli S. 2000. La lechuga y la escarola. Caja Rural Valencia, ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Maroto, J.V. 2008. Elementos de Horticultura general. Mundi-Prensa, Madrid, España. 480 p.
- Medina San Juan, J. A. 1997. Cultivo moderno del tomate. Segunda ed. Mundi-Prensa, Madrid, 255 p.
- Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate, Mundi-Prensa, Madrid, 793 p.
- Pastor S., N. 1998. Tecnología de sustratos. Aplicación a la producción viverística ornamental, hortícola y forestal. Universidad de Lleida, Murcia, España.
- Pérez G., M y R. Castro B. 1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo México.
- Productores de hortalizas. Revista mensual publicada por Meister Publishing, México.
- Rubatzky, V.E y M. Yamaguchi. 1997. Wordl vegetables. Principles, production and nutritive values. Chapman and Hall, 843 p.
- Sandoval V., M. 1999. Nitrogen for, length of ammonium supply and solution strengths effects on greenhouse tomato. Tesis Doctoral, Auburn University, Auburn AL, USA.
- Sandoval-Villa, M., C. W. Wood, and E.A. Guertal. 1999. Ammonium concentration in solution affects chlorophyll meter readings in tomato leaves. J. Plant Nutr. 22:1717-1729.
- Sandoval-Villa, M., C.W. Wood, and E.A. Guertal. 1999. Effects of nitrogen form, nighttime nutrient solution strength, and cultivar on greenhouse tomato production. J. Plant Nutr. 22:1931-1945.

Sandoval-Villa, M., C.W. Wood, and E.A. Guertal. 2000. Nitrogen form and timing effects on growth of greenhouse tomato plants. *J. Plant Nutr.* 23:649-661.

Sandoval-Villa, M., E.A. Guertal, and C.W. Wood. 2001. Greenhouse tomato response to low  $\text{NH}_4\text{-N}$  concentrations and duration of  $\text{NH}_4\text{-N}$  supply. *J. Plant Nutr.* 24: 1787-1798.

Snyder, R.G. 1996. Greenhouse tomato handbook. Mississippi State University Extension Service, publication 1828.

Universidad de California. 1990. Integrated pest management for tomatoes. Third edition, Publication 3274, 105 p.

University of Florida. IFAS. Extension Service.

Urrestarazu G., M. 2004. Tratado de cultivos sin suelo. Mundi-Prensa, Madrid, España.

## FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES

TITULO DEL CURSO: MECANISMOS CELULARES DE HOMEOSTASIS DE METALES EN PLANTAS SUPERIORES

PROGRAMA DE POSTGRADO: EDAFOLOGÍA

CURSO: REGULAR - TEÓRICO-PRÁCTICO

PROFESOR TITULAR: DRA. LIBIA IRIS TREJO TÉLLEZ

CLAVE DE PROFESOR: X02187

COLABORADOR (ES): \_\_\_\_\_

(ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR \_\_\_\_\_)

CORREO ELECTRÓNICO: tlibia@colpos.mx

TELÉFONO: 595 9510198 EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO Edafología/Primer Piso/210

CLAVE DEL CURSO: EDA656 PRE-REQUISITOS: \_\_\_\_\_

TIPO DE CURSO:

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-Práctico

PERIODO:

- Primavera  
 Verano  
 Otoño

SE IMPARTE A :

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

MODALIDAD:

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

CRÉDITOS: TRES

HORAS TEORÍA:	130	HORAS PRÁCTICA:	77
Presenciales	90	LABORATORIO	<u>50</u>
Extra clase	40	CAMPO	_____
Total	130	INVERNADERO	<u>27</u>

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

### OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Analizar y valorar la importancia de los metales en la adaptabilidad y sobrevivencia de plantas superiores que permitan construir modelos teóricos básicos y prácticos sobre la homeostasis de los mismos a nivel celular.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
10	<b>Tema I. Conceptos básicos sobre metales y homeostasis</b> 1.1. La célula 1.2. Introducción al estudio de los Metales 1.3. Homeostasis	EL PARTICIPANTE: *Revisará el concepto de célula como unidad estructural y funcional de la vida y su importancia en las respuestas de las plantas la presencia de metales.
25	<b>Tema II. Funciones de los metales en plantas superiores</b> 2.1. Función estructural 2.2. Función catalítica en procesos Redox 2.3. Función catalítica en Reacciones ácido-base 2.4. Transporte de electrones 2.5. Funciones específicas	*Definirá y clasificará a los metales, identificará y comprenderá sus principales propiedades físicas y químicas y la importancia de su estudio. *Definirá el concepto de homeostasis, explicará y comprenderá su importancia para las plantas superiores; asimismo se familiarizará con conceptos relacionados con la adaptación ecológica de plantas a altas concentraciones de metales.
25	<b>Tema III. Absorción y transporte de metales en plantas superiores</b> 3.1. Mecanismos de acceso Nutricional de metales 3.2. Absorción en raíz 3.3. Procesos intracelulares de transporte y compartimentalización	*Resumirá las funciones de algunos metales esenciales en plantas superiores y explicará y valorará su importancia dentro del crecimiento y productividad. *Identificará las principales rutas de absorción y transporte y compartimentalización de metales en plantas superiores.
30	<b>Tema IV. Respuestas fisiológicas y moleculares de las plantas a la toxicidad por metales</b> 4.1. Fisiología molecular y bioquímica en plantas 4.2. Reacciones redox producidas por metales 4.3. Senescencia y estrés por Metales 4.4. Genotoxicidad y mutagénesis 4.5. Mecanismos de desintoxicación de metales	*Comprenderá las principales alteraciones fisiológicas y moleculares causadas por altas concentraciones de metales pesados en plantas superiores.

EN CASO DE CURSO TEÓRICO-PRÁCTICO O PRÁCTICO, SE DEBERÁ AGREGAR EL MANUAL DE PRÁCTICAS CORRESPONDIENTE, CUYO FORMATO DE CADA PRÁCTICA, DEBE ESTAR INTEGRADO POR PROTOCOLO, BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA Y EVALUACIÓN. EL PROTOCOLO DE CADA PRÁCTICA DEBE INCLUIR, INTRODUCCIÓN-REVISIÓN DE LITERATURA, MATERIALES Y MÉTODOS, MÁS INDICACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

---

#### LISTA DE PRÁCTICAS

(TÍTULO, OBJETIVOS PUNTUAL, NUM. DE HORAS)

---

#### **PRÁCTICA 1. EFECTO DE METALES SOBRE LA GERMINACIÓN DE FRIJOL**

Investigar el efecto del tratamiento con diferentes soluciones conteniendo metales sobre la germinación de dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris*): Flor de Mayo y Negro Querétaro.

Número de horas: 6 h

#### **PRÁCTICA 2. CONCENTRACIÓN DE METALES EN SEMILLAS DE FRIJOL IMBIBIDAS EN DIFERENTE SOLUCIONES CONTENIENDO METALES**

Evaluar concentraciones y contenidos de metales en semillas de frijol después de una fase de imbibición y relacionar los resultados con parámetros de germinación.

Número de horas: 21 h

#### **PRÁCTICA 3. SODIO EN PLANTAS DE LECHUGA. CRECIMIENTO Y RESPUESTAS SINTOMATOLÓGICAS**

Analizar los síntomas y parámetros de crecimiento que presentan plantas de lechuga tratadas con Na en dos concentraciones en comparación con plantas testigo (ausencia de Na).

Número de horas: 25 h

#### **PRÁCTICA 4. SODIO EN PLANTAS DE LECHUGA. CLOROFILAS Y NITRÓGENO TOTAL EN HOJAS**

Determinar el efecto que el estrés salino causado por el ion sodio tiene en pigmentos fotosintéticos y N en hojas de lechuga, estableciendo relaciones entre Estos parámetros y los resultados de crecimiento obtenidos en la práctica 3. Número de horas: 25 h

---

#### RECURSOS DIDÁCTICOS

---

Audiovisuales

Diapositivas

Simulaciones

Demostraciones

Prácticas

---

---

#### NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

---

##### **Normas de evaluación**

- La escala de evaluación es de 0 a 10.
- Calificaciones mínimas aprobatorias de 8.
- Para obtener una calificación es necesario estar inscrito formalmente en el curso.
- Serán aceptados alumnos en calidad de oyentes, pero no recibirán calificación.
- El estudiante debe participar en todas y cada una de las evaluaciones establecidas al inicio del curso.
- Se respetarán los calendarios establecidos para clases, evaluaciones escritas y formativas.
- Los temas serán evaluados al final del mismo mediante una evaluación continua (examen escrito).
- Se realizará una exposición ante el grupo (evaluación formativa), misma que deberá ser preparada revisando literatura científica serie, no se permiten páginas de internet. Esta exposición se enmarca en el tema V.
- El material para evaluar en cada examen escrito será el revisado en cada uno de los temas dentro de la clase e investigaciones o tareas extra-clase.
- La calificación final será el resultado de evaluaciones escritas y formativas de acuerdo a los porcentajes establecidos.

## Procedimiento de evaluación

- a) Evaluaciones escritas, representan 50% de la calificación total. Se realizan cinco evaluaciones, una por tema desde el tema I y hasta el IV y dos evaluaciones del tema V. Serán programadas dos semanas después del término del tema por evaluar.
- b) Tres evaluaciones formativas representan el 20% de la calificación total.
  1. Dos evaluaciones formativas consistentes en investigación bibliográfica. Cada una de ellas con un valor de 5%.
  2. La tercera evaluación formativa consiste en la preparación de un tema y exponerlo al grupo  
Las exposiciones:
    - Se incluyen dentro del temario de examen y son individuales
    - Se envían (vía correo electrónico) a sus compañeros un resumen del artículo que van a exponer y las diapositivas del mismo, para que ellos tomen nota, antes de la exposición. Deben enviar estos materiales también un día antes de la exposición a más tardar a las 14:00 h.
    - Los temas pueden ser enriquecidos con la revisión de otros artículos o documentosEl calendario de exposiciones es presentado y consensuado en la primera sesión
- c) Reportes de prácticas representa el 30% de la calificación total

---

## BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA (AUTOR, AÑO, TÍTULO, EDITORIAL, FECHA, EDICIÓN)

---

- Alcántar González, G., Trejo-Téllez, L.I. y Gómez-Merino, F. C. 2016. Nutrición de cultivos. Segunda edición. Colegio de Postgraduados.
- Atkins, P. and Jones, L. 1997. Chemistry— Molecules, Matter and Change. 3rd. Ed. W. H., Freeman, New York, U. S. A.
- Bashir, K., Rasheed, S., Kobayashi, T., Seki, M. And Nishizawa, N. K. 2016. Regulating subcellular metal homeostasis: The key to crop improvement. *Front. Plant Sci.* 7: 1192. Doi: 10.3389/fpls.2016.01192
- Bienert, G. P. and Jahn, T. P. 2010. Major intrinsic proteins and arsenic transport in plants: new players and their potential role. *Adv. Exp. Med. Biol.* 679: 111-125.
- Boening, D. W. 2000. Ecological effects, transport, and fate of mercury: a general review. *Chemosphere* 40(12): 1335-1351.
- Chen, C., Huang, D. and Liu, J. 2009. Functions and toxicity of nickel in plants: Recent advances and future prospects. *Clean* 37(4-5): 304-313.
- Corso, M. and García-De la Torre, V. S. 2020. Biomolecular approaches to understanding metal tolerance and hyperaccumulation in plants. *Metallomics*. Doi: 10.1039/D0MT00043D
- Deckert, J. 2005. Cadmium toxicity in plants: is there any analogy to its carcinogenic effect in mammalian cells? *Biometals* 18(5): 475-481.
- Eisler, R. 2004. Mercury hazards from gold mining to humans, plants, and animals. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 181:139-198.
- Eitinger, T., Suhr, J., Moore, L. and Smith, J. A. 2005. Secondary transporters for nickel and cobalt ions: theme and variations. *Biometals* 18(4):399-405.
- Escobar-Sepúlveda, H. F., Trejo-Téllez, L.I., Pérez-Rodríguez, P., Hidalgo-Contreras, J.V. and Gómez-Merino, F. C. 2017. Diacylglycerol kinases are widespread in higher plants and display inducible gene expression in response to beneficial elements, metal, and metalloids ions. *Front. Plant Sci.* 8: 129. Doi: 10.3389/fpls.2017.00129
- García-Morales S., Trejo-Téllez, L.I., Gómez-Merino, F. C., Caldana, C., Espinosa-Victoria, D. and Herrera Cabrera, B. E. 2012. Growth, photosynthetic activity, and potassium and sodium concentration in rice plants under salt stress. *Acta Scientiarum Agronomy* 34(3): 317-324.
-

- Gill, S.S. and Tuteja, N. 2011. Cadmium stress tolerance in crop plants: probing the role of sulfur. *Plant Signal Behav.* 6(2): 215-222.
- Gómez-Merino, F.C., Ramírez-Martínez, M., Castillo-González, A.M. and Trejo-Téllez, L. I. 2020. Lanthanum prolongs vase life of cut tulip flowers by increasing water consumption and concentrations of sugars, proteins and chlorophylls. *Sci. Rep.* 10, 4209. Doi: 10.1038/s41598-020-61200-1
- Grant, C. A., Clarke, J. M., Duguid, S. and Chaney, R. L. 2008. Selection and breeding of plant cultivars to minimize cadmium accumulation. *Sci Total Environ.* 390(2-3): 301-310.
- Krämer, U. and Clemens, S. 2006. Functions and homeostasis of zinc, copper, and nickel in plants. *Molecular Biology of Metal Homeostasis and Detoxification Topics in Current Genetics* 14:216-271.
- Marín-Garza, T., Gómez-Merino, F. C., Trejo-Téllez, L. I. Muñoz-Orozco, A., Tavitas-Fuentes, L., Hernández-Aragón, L. and Santacruz-Varela, A. 2010. Respuestas fisiológicas y nutrimentales de variedades de arroz a la concentración de aluminio. *Revista Fitotecnia Mexicana* 33(1): 37-44.
- Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. Second Edition. Academic Press. London, UK. 889 p.
- Meagher, R. B. and Heaton, A. C. 2005. Strategies for the engineered phytoremediation of toxic element pollution: mercury and arsenic. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 32(11-12): 502-513.
- Pourrut, B., Shahid, M., Dumat, C., Winterton, P. and Pinelli, E. 2011. Lead uptake, toxicity, and detoxification in plants. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 213:113-136
- Prasad, M. N. V. 1998. Metal-biomolecule complexes in plants: Occurrence, functions and applications. *Anal. Magaz.* 26(6): M25-M28



**FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES**

TITULO DEL CURSO: BIOMOLÉCULAS Y METABOLISMO  
 PROGRAMA DE POSTGRADO: EDAFOLOGÍA  
 CURSO: REGULAR - TEÓRICO  
 PROFESOR TITULAR: DRA. LIBIA IRIS TREJO TÉLLEZ  
 CLAVE DE PROFESOR: X02187  
 COLABORADOR (ES): \_\_\_\_\_  
 (ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR \_\_\_\_\_)  
 CORREO ELECTRÓNICO: tlibia@colpos.mx  
 TELÉFONO: 595 9510198 EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO Edafología/Primer piso/210  
 CLAVE DEL CURSO: EDA657 PRE-REQUISITOS: \_\_\_\_\_

TIPO DE CURSO:

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-Práctico

PERIODO:

- Primavera  
 Verano  
 Otoño

SE IMPARTE A :

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

MODALIDAD:

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

CRÉDITOS: DOS

HORAS TEORÍA:

Presenciales 52  
 Extra clase 76  
 Total 128

HORAS PRÁCTICA:

LABORATORIO \_\_\_\_\_  
 CAMPO \_\_\_\_\_  
 INVERNADERO \_\_\_\_\_

NO APLICA

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

Analizar y valorar los elementos básicos de la estructura de los componentes de la materia viva y sus principales transformaciones en los procesos de síntesis y degradación en células vegetales.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
2.5	<b>1. ELEMENTOS, MOLÉCULAS Y ENLACES.</b> ENERGÍA Y MATERIA, ÁTOMO, MOLÉCULA, ELEMENTOS Y COMPUESTOS. ESTRUCTURA ATÓMICA E ISÓTOPOS. ENLACES COVALENTE, IÓNICO Y OTRAS ATRACCIONES ELECTROSTÁTICAS.	SON EVIDENTES EN EL DESGLOSE DE LOS TEMAS
3.0	<b>2. ELEMENTOS DE LA VIDA Y EL AGUA EN LOS SERES VIVOS.</b> ELEMENTOS CONSTITUYENTES DE LOS ORGANISMOS. QUÍMICA DEL CARBONO, HIDRÓGENO Y OXÍGENO. GRUPOS FUNCIONALES. EL AGUA EN LOS SERES VIVOS Y SUS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.	
4.0	<b>3. pH Y SOLUCIONES AMORTIGUADORAS.</b> PRODUCTO IÓNICO DEL AGUA, LEY DE ACCIÓN DE MASAS, ELECTROLITOS. DEFINICIÓN Y ESCALA DE pH. SISTEMAS REGULADORES (BUFFER) Y CURVAS DE TITULACIÓN.	
5.0	<b>4. LAS CÉLULAS VEGETAL Y ANIMAL.</b> EVOLUCIÓN DE LA CITOLOGÍA, PROCARIONTES Y EUCARIONTES, CÉLULAS VEGETAL Y ANIMAL, BIOMOLÉCULAS CONSTITUYENTES, ORGANELOS Y FUNCIONES.	
2.5	<b>5. CARBOHIDRATOS.</b> DEFINICIÓN Y FUNCIONES, CLASIFICACIÓN GENERAL; MONO, OLIGO Y POLISACÁRIDOS.	
2.5	<b>6. LÍPIDOS.</b> DEFINICIÓN Y FUNCIONES, CLASIFICACIÓN GENERAL; LÍPIDOS SIMPLES (ACIL GLICEROLES), ÁCIDOS GRASOS; LÍPIDOS COMPUESTOS (FOSFOLÍPIDOS Y OTROS); LÍPIDOS COMPLEJOS (ESTEROLES).	
2.5	<b>7. AMINOÁCIDOS.</b> DEFINICIÓN Y FUNCIONES, CLASIFICACIÓN, FÓRMULA GENERAL, ESTEREOISÓMEROS, ENLACE PEPTÍDICO, CARÁCTER ANFOTÉRICO.	
3.0	<b>8. PROTEÍNAS.</b> DEFINICIÓN, FUNCIONES Y CLASIFICACIÓN. ESTRUCTURAS (PRIMARIA, SECUNDARIA, Terciaria, CUATERNARIA), DESNATURALIZACIÓN, ÍNDICES DE CALIDAD.	

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
3.0	<b>9. ENZIMAS.</b> DEFINICIÓN Y FUNCIONES. REACCIONES ENZIMATICAS, ENERGIA DE ACTIVACIÓN, MECANISMO, pH, TEMPERATURA, Km, CLASIFICACIÓN UIB. COENZIMAS, COFACTORES E INHIBICIÓN.	
2.5	<b>10. ÁCIDOS NUCLEICOS.</b> DEFINICIÓN Y FUNCIONES. BASES PÚRICAS Y PIRIMÍDICAS, NUCLEÓTIDOS, ATP, BIOENERGÉTICA. RNA, DNA Y CODIGO GENÉTICO.	
2.5	<b>11. SÍNTESIS DE PROTEÍNAS.</b> UNIÓN DE AA, ENLACE PEPTÍDICO. REPLICACIÓN, TRANSCRIPCIÓN Y TRADUCCIÓN. LIBERACIÓN DE LA PROTEÍNA ACTIVA.	
3.0	<b>12. FOTOSÍNTESIS (PLANTAS C3).</b> RADIACIÓN LUMINOSA, ESPECTRO VISIBLE, FOTOFOSFORILACIÓN, CLOROPLASTOS. FIJACIÓN DE CO <sub>2</sub> (CICLO DE CALVIN-BENSON).	
2.5	<b>13. FOTOSÍNTESIS (PLANTAS C4 Y CAM).</b> DIFERENCIAS ANATÓMICAS C3 Y C4. ASIMILACIÓN VIA C4 Y CONECCIÓN CON C3. PLANTAS CAM. EFICIENCIA FOTOSINTÉTICA. SÍNTESIS Y TRANSPORTE DE SACAROSA.	
2.0	<b>14. RESPIRACIÓN. GLUCÓLISIS.</b> DESARROLLO HISTÓRICO, ETAPAS DE LA RESPIRACIÓN, GLUCOGENÓLISIS Y GLUCONEOGÉNESIS. REACCIONES ENZIMÁTICAS Y BALANCE DE ENERGÍA. INTERMEDIARIOS, REGULACIÓN Y CICLO DE LAS PENTOSAS FOSFATO.	
2.0	<b>15. RESPIRACIÓN. CICLO DE KREBS.</b> LOCALIZACIÓN Y ECUACIÓN GENERAL. REACCIONES, ENZIMAS Y BALANCE DE ENERGÍA (VÍA ANFIBÓLICA). RUTAS ANAPLERÓTICAS PARA ALGUNOS INTERMEDIARIOS.	
2.0	<b>16. RESPIRACIÓN. β-OXIDACIÓN.</b> DESARROLLO HISTÓRICO. LÍPIDOS COMO RESERVORIO DE ENERGÍA. ACTIVACIÓN Y TRANSPORTE DE ÁCIDOS GRASOS. REACCIONES, ENZIMAS Y BALANCE ENERGÉTICO. LA ACETIL Co-A COMO INTERMEDIARIO.	

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
2.5	<b>17. FOSFORILACIÓN OXIDATIVA-CTE.</b> REQUERIMIENTO DE OXÍGENO. TRANSPORTADORES DE ELECTRONES EN MITOCONDRIA, LOCALIZACIÓN DE PROCESOS, INHIBIDORES Y SÍNTESIS DEL ATP.	
5.0	<b>18. INTEGRACIÓN DEL METABOLISMO.</b> ASPECTOS COMPLEMENTARIOS DEL CATABOLISMO Y ANABOLISMO. BALANCE DE NUCLEÓTIDOS DE NICOTINAMIDA. INTERMEDIARIOS IMPORTANTES. COMPARTIMENTACIÓN CELULAR.	

EN CASO DE CURSO TEÓRICO-PRÁCTICO O PRÁCTICO, SE DEBERÁ AGREGAR EL MANUAL DE PRÁCTICAS CORRESPONDIENTE, CUYO FORMATO DE CADA PRÁCTICA, DEBE ESTAR INTEGRADO POR PROTOCOLO, BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA Y EVALUACIÓN. EL PROTOCOLO DE CADA PRÁCTICA DEBE INCLUIR, INTRODUCCIÓN-REVISIÓN DE LITERATURA, MATERIALES Y MÉTODOS, MÁS INDICACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

---

LISTA DE PRÁCTICAS  
(TÍTULO, OBJETIVOS PUNTUAL, NUM. DE HORAS)

---

## NO APLICA

---

RECURSOS DIDÁCTICOS  
Computadora portátil y cañón de proyección.

---



---

### NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

---

#### Normas de evaluación

Aplicación de tres exámenes parciales y uno final, así como participación y discusión en las clases.

#### Procedimiento de evaluación

70 % de calificación – exámenes

30 % de calificación – preparación, presentación y análisis de temas del curso.

---

BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA (AUTOR, AÑO, TÍTULO, EDITORIAL, FECHA, EDICIÓN)

---

Auboeuf, D. 2020. Physicochemical foundations of life that direct evolution: chance and natural selection are not evolutionary driving forces. *Life* 10:7. Doi: 10.3390/life10020007

Bräutiam, A., Schülter, U., Eisenhut, M. and Gowik, U. 2017. On the Evolutionary Origin of CAM Photosynthesis. *Plant Physiol.* 174: 473-477. Doi: 10.1104/pp.17.00195

Cannell, N., Emms, D. M., Hetherington, A. H., MacKay, J., Kelly, S., Dolan, L. and Sweetlove, L. J. 2020. Multiple metabolic innovations and losses are associated with major transitions in land plant evolution. *Current Biology* 30(10): 1783-1800.e11. Doi: 10.1016/j.cub.2020.02.086

Cox, M. M. y Nelson, D. L. 2009. Lehninger. Principios de Bioquímica. Ed. Omega. 5ª edición.

Einav, T., Mazutis, L. and Phillips, R. 2016. Statistical mechanics of allosteric enzymes. *J. Phys. Chem B.* 120(16): 6021-6037. Doi: 10.1021/acs.jpcc.6b01911

Heldt H.-W., Piechulla, B. and Heldt, F. 2011. Plant biochemistry. Translation of the 4th German edition. Elsevier. 622 p. ISBN: 978-0-12-384986-1.

Johnson, M. P. 2016. Photosynthesis. *Essays in Biochemistry* 60: 255-273. Doi: 10.1042/EBC20160016

Klein, D. 2013. Química orgánica. 1352 p. EAN: 9788498351699.

Lundgren, M. R., Osborne, C. P. and Christin, P. A. 2014. Deconstructing Kranz anatomy to understand C4 evolution. *J. Exp. Bot.* 65(13): 3357-3369. Doi: 10.1093/jxb/eru186

Lunn, J. E. 2007. Compartmentation in plant metabolism. *J. Exp. Bot.* 58(1): 35-47. doi: 10.1093/jxb/erl134

Meyer, E. H., Welchen, E. and Carrie, C. 2019. Assembly of the Complexes of the Oxidative Phosphorylation System in Land Plant Mitochondria. *Annu. Rev. Plant Biol.* 70: 23-50. Doi: 10.1146/annurev-arplant-050718100412

Murray, R. K., Bender, D. A., and Botham K. M. 2010. Harper Bioquímica ilustrada. McGraw-Hill. 658 p. ISBN 9786071503046.

O'Leary, B.M. and Plaxton, W. C. 2016. Plant respiration. *In: eLS.* John Wiley & Sons, Ltd: Chichester. Doi: 10.1002/9780470015902.a0001301.pub3

Plaxton, W. C. and McManus, M.T. 2006. Control of primary metabolism in plants. Blackwell Publishing. 390 p. ISBN: 9781405130967.

Raymond, Ch. 2011. Fundamentos de química. Ed. McGraw-Hill 512 p. ISBN 9786071505415

Sweetlove, L. J. and Fernie, A. R. 2013. The spatial organization of metabolism within the plant cell. *Annu. Rev. Plant Biol.* 64: 723-746. Doi: 10.1146/annurev-arplant-050312-120233.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. A. and Murphy, A. 2015. Plant physiology and development. Sixth edition. Sinauer Associates, Inc. 761 p. ISBN: 978-1-60535-353-1.

Xiao, L., Yang, G., Zhang, L., Yang, X., Zhao, S., Ji, Z., Zhou, Q., Hu, M., Wang, Y., et al. 2015. The resurrection genome of *Boea hygrometrica*: A blueprint for survival of dehydration. *PNAS* 112(18): 5833-5837.

Zhang, Y., Fang, Y., Wang, X., Deng, X., Zhang, X., Hu, S., and Yu, J. 2012. The complete chloroplast and mitochondrial genome sequences of *Boea hygrometrica*: Insights into the evolution of plant organellar genomes. *PLoS ONE* 7(1): e30531

---

**FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES**

TITULO DEL CURSO: OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA EN LA AGRICULTURA  
 PROGRAMA DE POSTGRADO: EDAFOLOGÍA  
 CURSO: MAESTRIA Y DOCTORADO  
 PROFESOR TITULAR: DR. VICTOR HUGO VOLKE HALLER  
 CLAVE DE PROFESOR: X00386  
 COLABORADOR (ES): DR. CESAR SAN MARTÍN HERNANDEZ (X60055)  
 CORREO ELECTRÓNICO: vvolke@colpos.mx  
 TELÉFONO: 595 9520200 EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO Aulas, planta baja  
 ext. 1220

CLAVE DEL CURSO: EDA - 663 PRE-REQUISITOS: -----

TIPO DE CURSO: PERIODO:

Teórico  Primavera  
 Práctico  Verano  
 Teórico-Práctico  Otoño

SE IMPARTE A : MODALIDAD:

Maestría en Ciencias  Presencial  
 Doctorado en Ciencias  No presencial  
 Maestría Tecnológica  Mixto

CRÉDITOS: 3

HORAS TEORÍA: HORAS PRÁCTICA:

Presenciales: 48 LABORATORIO 33  
 Extra clase: 144 CAMPO \_\_\_\_\_  
 Total: 192 INVERNADERO \_\_\_\_\_

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

Proporcionar bases teóricas y metodologías para el análisis económico de los procesos productivos, con fines de optimización y planeación de la producción agrícola.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
3.0	1. El proceso productivo: recursos, factores de la producción, insumos y prácticas de producción, actividades de corto y largo plazo, sistemas de producción, objetivos de la producción.	El proceso productivo en la agricultura.
4.5	2. El análisis económico 2.1. Conceptos básicos: la producción (relaciones factor-producto, factor-factor, producto-producto), los costos de producción (costo de insumos, costo de oportunidad) y los ingresos (directos, indirectos).	El análisis económico del proceso productivo: conceptos básicos, criterios económicos e indicadores de rentabilidad.
4.5	2.2. Criterios económicos (distintos criterios y programación lineal) y procedimientos de optimización (discreto, gráfico, estadístico matemático).	
4.5	2.3. Indicadores de rentabilidad (ganancia neta, relación beneficio-costos, valor presente neto, tasa interna de retorno, análisis de sensibilidad).	
6.0	3. Aplicación del análisis económico 3.1. Condiciones de producción: ecológicas (suelo, agua, clima, riesgo), socioeconómicas (disponibilidad y restricciones de recursos de los productores: tierra, mano de obra, capital, información, tiempo), objetivos de la producción (subsistencia y mercado, minimización del riesgo, minimización de costos, maximización de tasas de retorno, maximización de ingresos netos).	Aplicación del análisis económico: condiciones de producción, información de respuesta, obtención de la función de producción, análisis económico (la función de producción, costos, precios, ingresos).
4.5	3.2. Información de respuesta de los cultivos a insumos, prácticas y factores de la producción (experimental, derivada del muestreo), y su obtención.	
6.0	3.3. Obtención de la función de producción: análisis estadístico.	

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
3.0	3.4. Análisis económico 3.4.1. La función de producción, los costos de producción, el precio del producto, los ingresos netos.	Generación de recomendaciones de producción y planeación de la producción agrícola.
3.0	3.4.2. Criterios económicos (maximización de los ingresos netos, relación beneficio/costo, tasa de retorno mínima, minimización del riesgo).	
9.0	4. Generación de recomendaciones de producción para las diferentes condiciones de producción (ecológicas de suelo, clima y riesgo, socioeconómicas y objetivos de la producción), y planeación de la producción agrícola (sistemas de producción).	
48.0	Horas de clases teóricas	

---

#### LISTA DE PRÁCTICAS

1. Obtención y manejo de información de respuesta de los cultivos a insumos, prácticas y factores de la producción, tres sesiones de 3 horas cada una (9 horas).
2. Funciones de producción: estimación e interpretación, cuatro sesiones de 3 horas cada una (12 horas).
3. Aplicación del análisis económico y generación de recomendaciones de producción, cuatro sesiones de 3 horas cada una (12 horas).

---

#### RECURSOS DIDÁCTICOS

Las clases teóricas y prácticas son presenciales.  
Las clases prácticas se realizan en el laboratorio de cómputo.

---

#### NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Normas de evaluación:

Según las calificaciones obtenidas en un examen parcial (25 %), un examen final (50 %) y las prácticas (25 %)

Procedimiento de evaluación:

Exámenes y prácticas

---



---

## BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA

---

Bueno de A., G. 1987. Introducción a la programación lineal y análisis de sensibilidad. Ed. Trillas. México, D.F., México.

Cate, R.B., Jr. 1969. Minimization of unit costs as a basic for making fertilizers recommendations. International Soil Fertility Evaluation and Improvement Series. Preliminary Report No. 3. North Carolina State University. Raleigh, NC, USA.

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación. Edición completamente revisada. CIMMYT. México, D.F. México.

Chalita T., L. E. 1978. Teoría y metodología de los costos agrícolas. *Agrociencia* 33:55-66.

Ferguson, C.E. y J.P. Gould. 1978. Teoría microeconómica. Fondo de Cultura Económica. México, D.F., México.

Freund, R.J. and R.C. Littell. 2000. SAS System for Regression. Third ed. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.

Gittinger, P.J. 1989. Análisis económico de proyectos agrícolas. Tercera reimpresión. Editorial Tecnos. Madrid, España.

Heady, E.O. and J.L. Dillon, 1961. Agricultural production functions. Iowa Sta. Univ. Press. Ames, Iowa, USA.

Horton, F.W., Jr. 1994. Analyzing benefits and costs. A guide for information managers. International Development Research Centre. Ottawa, ON., Canada.

Rebolledo R., H.H. 2002. Manual SAS por computadora. Análisis estadísticos de datos experimentales. Ed. Trillas. México, D.F., México.

Volke H., V. 1990. Metodología estadística y económica para la generación de tecnología en la agricultura. Cuaderno de Edafología 16. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx., México.

Volke H., V., A. Turrent F. y A. Castillo M. 2005. Diseños de tratamientos y estimación de funciones de respuesta en la investigación agrícola. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx., México.

Volke H., V. 2008. Estimación de funciones de respuesta para información de tipo no experimental, mediante regresión. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx., México.

---



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Programa de Estudios

**TÍTULO DEL CURSO:** PREPARACIÓN DEL ARTÍCULO CIENTÍFICO  
**PROGRAMA DE POSGRADO:** EDAFOLOGÍA  
**CURSO:** PRESENCIAL REGULAR  
**PROFESOR TITULAR:** MANUEL SANDOVAL VILLA  
**CLAVE DE PROFESOR:** X01289  
**COLABORADOR (ES):** JORGE ALVARADO LÓPEZ    CLAVE:X01368  
**(ANOTAR NOMBRE Y CLAVE DE CADA PROFESOR)**  
**CORREO ELECTRÓNICO:** [jorgel@colpos.mx](mailto:jorgel@colpos.mx)  
**TELÉFONO:** 595-9520200 EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO Edafología,  
Ext. 1264 2do piso, 216  
**CLAVE DEL CURSO:** EDA664    **PRE-REQUISITOS:** Ninguno

**TIPO DE CURSO:**

- Teórico
- Práctico
- Teórico-Práctico

**PERIODO:**

- Primavera
- Verano
- Otoño

**SE IMPARTE A :**

- Maestría en Ciencias
- Doctorado en Ciencias
- Maestría Tecnológica

**MODALIDAD:**

- Presencial
- No presencial
- Mixto

**CRÉDITOS:** 2 (dos)  
**HORAS TEORÍA:**  
**Presenciales** 36  
**Extra clase** 82  
**Total** 128

**HORAS PRÁCTICA:**  
**LABORATORIO**  
**CAMPO**  
**INVERNADERO**

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

Identificar las partes que integran un artículo científico y la forma correcta en que cada una de estas debe escribirse.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
1 presenciales 2 actividades	Tema 1  Importancia y necesidades de comunicación en la ciencia.	Discutir el papel que tiene la escritura en el desarrollo profesional de un científico y la relevancia que esto representa para la sociedad.
1 presenciales 2 actividades	Tema 2  El artículo científico Definición Partes que lo componen Características de la escritura científica	Definir que es un artículo científico y describir las características que debe presentar la escritura científica.
3 Presenciales 6 Actividades	<b>Tema 3</b> El título Subtemas Importancia Características Tipos de títulos Errores comunes en la elaboración de Títulos.	Identificar las características que debe tener un título y los errores que se comenten al hacerlo.
2 Presenciales 4Actividades	<b>Tema IV</b> La introducción  <b>Subtemas:</b> Puntos que considera. Características que presenta. Errores más comunes al hacerla. Forma de hacer citas en el texto.	Reconocer las partes que conforman una introducción y la estrategia para elaborarla.
2 presenciales 4 actividades	<b>Tema V</b> Los materiales y métodos  <b>Subtemas:</b> Objetivo de los materiales y métodos. Forma de señalar los materiales y las metodologías utilizadas. Errores comunes.	Indicar cuál es el papel de esta sección del artículo y la forma correcta para elaborarla.
2 presenciales 4 actividades	<b>Tema VI</b> Los resultados y discusión  <b>Subtemas:</b> Los resultados. Características. La discusión. Características. La conclusión. Errores comunes al hacer esta sección.	Señalar las características que presenta esta sección y los errores que se cometen al escribirla.
2 presenciales 4actividades	<b>Tema VII</b> El resumen Objetivo de esta sección del artículo. Características de un resumen. Errores que se cometen al elaborar un resumen.	Señalar el papel que desempeña el resumen y las características que debe reunir.

3 presenciales 8 actividades	<p><b>Tema VIII</b> La literatura citada Objetivo de esta sección.</p> <p><b>Subtemas</b> Sistemas para hacer citas en el texto Nombre y año. Alfanumérico. Cita de algunos documentos Cita de un artículo. Cita de un capítulo de un libro. Cita de un libro. Cita de otro tipo de textos.</p>	Enunciar el objetivo que tiene la literatura citada e indicar la forma de citar los principales documentos de consulta.
2 presenciales 6 actividades	<p><b>Tema IX</b> La presentación de cuadros y figuras.</p> <p><b>Subtemas:</b> ¿Cuadros o figuras? Cuadros Partes de un cuadro Características de un cuadro Errores comunes en cuadros</p> <p>Figuras Partes de una figura. Características de una figura. Errores comunes en figuras.</p>	Describir las características que deben presentar los cuadros y las figuras, así como los errores que se comenten al elaborarlos.
2 Presenciales 6 Actividades	<p><b>Tema X</b> La escritura de números, signos y fórmulas.</p>	Indicar la forma en que se deben escribir los números y las fórmulas utilizadas en un artículo.
2 Presenciales 4 Actividades	<p><b>Tema XI</b> Escritura de nombres científicos y nomenclatura química.</p> <p><b>Subtemas:</b> Normas para escribir nombres científicos. Errores comunes en su escritura. Normas para escribir números y nomenclatura química. Errores comunes en su escritura.</p>	Señalar las normas para escribir nombres científicos y nomenclatura química.
2 Presenciales 4 Actividades	<p><b>Tema XII</b> El uso de unidades de medición. Subtemas: Importancia de las unidades. El Sistema Internacional de Unidades (SI): Origen. Estructura. Reglas para el uso del SI. Unidades que no pertenecen al SI. Errores comunes al escribir las unidades.</p>	Indicar la importancia del SI y las normas para escribir los símbolos de las unidades.

9 presenciales  
20 actividades

### **Tema XIII**

Conceptos de redacción útiles en la escritura de artículos científicos.

Enunciar las normas generales de escritura en español.

#### Subtemas

Importancia de la escritura.  
La oración.  
El párrafo.  
Tipos de párrafos.  
Las funciones gramaticales.  
Puntuación.  
Punto y seguido.  
Punto y aparte.  
Coma.  
Punto y coma.  
Dos puntos.  
Puntos suspensivos.  
Signos de interrogación.  
Signos de exclamación.  
Comillas.  
Paréntesis.  
Corchetes.  
Guion.  
Raya o guion largo.  
Asterisco.  
Concordancia.  
Gerundio.  
Mayúsculas.  
Palabras problema.  
Acentuación.  
Reglas de acentuación.  
Acento diacrítico.  
Preposiciones.  
Uso del relativo "que".  
Voz pasiva.  
La palabra "se".

3 presenciales  
6 actividades

### **Tema XIV**

Palabras y frases de uso incorrecto.

Identificar palabras utilizadas de manera incorrecta en la escritura científica y señalar la forma correcta de escribirlas.

---

### **RECURSOS DIDÁCTICOS**

Exposición frente al grupo  
Lectura y análisis de textos  
Identificación de errores en textos

## **NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN**

### Normas de evaluación

Se evaluará la participación en clase y la entrega de tareas y un artículo científico o de revisión al final del curso.

Criterios de evaluación:

Participación en clase: 10%

Entrega de tareas: 30%

Trabajo final: 60%

## **BIBLIOGRAFÍA**

Alvarado L., J. 2009. Redacción y preparación del artículo científico. 3a. ed. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America. 1998. Publication handbook and style manual. ASA, CSSA, and SSSA. Madison, Wisconsin, USA. (Disponible en <https://www.soils.org/publications/style>)

Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española. 2009. Nueva Gramática de la lengua española (Manual). Espasa Calpe. Madrid, España.

Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española. 2010. Ortografía de la lengua española. Espasa Calpe. Madrid, España.

Real Academia Española. 2001. Diccionario de la lengua española. 22a. ed. Real Academia Española. Espasa Calpe. Madrid, España. (Disponible en <http://www.rae.es/rae.html>).

Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española. 2005. Diccionario panhispánico de dudas. Santillana. Madrid, España. (Se puede consultar en: <http://www.rae.es/rae.html>).

Martín V., G. y A. Sánchez P. 2000. Curso de redacción. 33ª ed. Thomson y Paraninfo. Madrid, España.



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Programa de Estudios

**TÍTULO DEL CURSO** SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN  
**PROFESOR TITULAR** DRA. MARÍA DE LAS NIEVES RODRÍGUEZ MENDOZA  
**CLAVE DE PROFESOR** X00662  
**COLABORADOR (ES)** M. C. DAVID PÁJARO HUERTAS  
**CLAVE DE PROFESOR** X00677  
**CORREO ELECTRÓNICO** [marinie@colpos.mx](mailto:marinie@colpos.mx); [dpajaroh@colpos.mx](mailto:dpajaroh@colpos.mx)  
**TELÉFONO** 95 2 02 00 ext 1262  
**Clave del curso** EDA-680 **Pre-requisitos**

**Tipo de curso:**

- Teórico
- Práctico
- Teórico-práctico
- 

**Periodo:** OTONO

- Primavera
- Verano
- Otoño

**Se imparte a:**

- Maestría en Ciencias
- Doctorado en Ciencias
- Maestría Tecnológica

**Modalidad:**

- Presencial
- No presencial
- Mixto

**Créditos** 2  
**Horas teoría** 2/semana  
**Presenciales** 2/semana  
**Extra clase** 6 horas  
**Total** 8 / semana

**Horas práctica**  
**Laboratorio**  
**Campo**  
**Invernadero**

Un crédito equivale a 64 horas totales (16 presenciales y 48 extra clase).

**OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

Identificar los elementos de la investigación científica, redacción y elaborar un proyecto de investigación, con la finalidad de fortalecer la capacidad de expresión oral y escrita del estudiante.

HORAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
2	<b>Tema 1. Presentación del curso</b>	Presentar los integrantes del curso y Conocer la dinámica que se llevara durante el curso.
2	<b>Tema 2. Definición de Ciencia</b> Que es Ciencia Características de la Ciencia Historia de la Ciencia Acotar el término Ciencia para los integrantes del curso La Ciencia en México Tipos de Ciencias	Debatir que se entiende por Ciencia  Acotar el termino Ciencia para los integrantes del curso
3	<b>Tema 3. ¿Qué es el Método Científico?</b> Pasos que conforman el método científico. Características del método científico.  Método inductivo. Método deductivo. Contrastación de hipótesis. Los cinco pasos del método científico. Observación, Hipótesis Experimentación, Teoría, Ley	Conocer los métodos empleados por los científicos en la investigación.  Definir y diferenciar el conocimiento de la ciencia de otros tipos de conocimiento.  Entender la importancia que la investigación con este
4	<b>Tema 4. La redacción científica</b> Redacción científica versus redacción literaria. Características de la redacción científica. Precisión, claridad, Brevidad Faltas más comunes en la redacción científica.	Identificar las características principales de la redacción científica. Valorar la redacción científica como un proceso de comunicación Escribir en forma a clara, precisa y concisa el proyecto de investigación
3	<b>Tema 5. Identificación y delimitación del tema de investigación</b> Características de un tema de investigación Como identificar el tema El análisis del tema y el posible planteamiento del problema Enunciados el tema Factibilidad del tema en función de la realidad	Identificar las propias motivaciones e inquietudes del estudiante sobre el campo de estudio Delimitar el tema que permitirá enfocar un problema de investigación de interés para el estudiante. Emplear herramientas TIC en la selección del tema de estudio



	<p><b>Tema 6. Planteamiento del problema</b></p> <p>Definición de problema de investigación          Uso de las TIC como herramienta en el planteamiento del problema          El uso de la bibliografía en la conformación del planteamiento del problema          Relación entre tema y problema.</p>	<p>Formular de manera lógica y coherente problemas de investigación científica.          Conocer los criterios para redactar objetivos y preguntas de investigación científica.          Identificar los criterios para evaluar un problema de investigación científica.          Adecuar la formulación del problema al marco teórico y conceptual elegido          Definir rigurosamente los conceptos y términos utilizados en el planteamiento del problema.          Desarrollar un sentido crítico frente a cualquier teoría y afirmación en general.          Fundamentar con claridad y precisión la hipótesis.          Formular claramente los objetivos para facilitar la elección de procedimientos y la toma de decisiones.          Aprender a redactar una hipótesis y objetivo.</p>
3	<p><b>Tema 7. Objetivos e Hipótesis</b></p> <p>Clasificación de la hipótesis              Hipótesis general              Hipótesis particulares              Hipótesis nula          Clasificación de objetivo              Objetivo general              Objetivo particular          Reglas para redactar objetivos e hipótesis</p>	
4	<p><b>Tema 8. Materiales y Métodos</b></p> <p>Componentes de materiales y métodos.          Material de estudio          Diseño de tratamientos          Diseño experimental</p>	<p>Identificar los materiales y métodos de la investigación en función de los objetivos establecidos.          Identificar los límites de la investigación, las variables de estudio y la metodología a llevar.</p>
4	<p><b>Tema 9. Componentes del proyecto de investigación</b></p> <p>Planteamiento de un proyecto de investigación          Componentes del proyecto de investigación          Portada, índices, resumen, introducción, objetivos, hipótesis, materiales y métodos, bibliografía, diagrama de actividades          Elaboración y presentación de los datos (gráficos, tablas, referencias, fuentes).</p>	<p>Elaborar en escrito el proyecto de investigación donde se incluyen métodos estadísticos y herramientas TIC          Integran los conocimientos adquiridos en el curso para la escritura del proyecto de investigación.          Analizar cada una de las partes de un proyecto de investigación</p>
	<p><b>Tema 11. Componentes del proyecto de investigación</b></p> <p>Planteamiento de un proyecto de investigación.          Componentes del proyecto de investigación.          Portada, índices, resumen, introducción, objetivos, hipótesis, materiales y métodos, bibliografía, diagrama de actividades          Elaboración y presentación de los datos (gráficos, tablas, referencias, fuentes).</p>	<p>Elaborar en escrito el proyecto de investigación.          Integran los conocimientos adquiridos en el curso para la escritura del proyecto de investigación.          Analizar cada una de las partes de un proyecto de investigación</p>

## **PRÁCTICAS**

### **RECURSOS DIDÁCTICOS**

Tecnologías de la información y comunicación  
Artículos Científicos  
Dinámicas de trabajo en equipo  
Presentaciones orales por parte de los alumnos  
Libros de texto  
Discusión de videos

### **EVALUACIÓN**

10% asistencia  
10% participación  
10% presentación final  
35% primera versión de proyecto de investigación  
35% última versión de proyecto de investigación

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez-Gayou, J.L. 2003. Cómo hacer **investigación cualitativa**. Fundamentos y metodología. Barcelona: Paidós
- Agrociencia. 2012. Instrucciones a los autores. [<http://www.scielo.org.mx/revistas/agro/einstruc.htm>] consultado en diciembre 2012.
- Alvarado L. J. 2000. Redacción y preparación del artículo científico. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Colegio de Postgraduados-Agrociencia. Publicación especial. Chapingo, México.
- Cerejido, M. 1997. ¿Por qué no tenemos Ciencia? Ed. Siglo XXI. México D. F.
- Cohen, S. 2005. Redacción sin dolor. Aprende a escribir con claridad y precisión. Ed. Planeta. México D. F.
- Corbetta, P. (2003). Metodología y técnicas de investigación social. Madrid. McGraw-Hill.
- Czarniawska B. 2008. Organizing: how to study it and how to write about it", *Qualitative Research in Organizations and Management: An International Journal*, Vol. 3 Iss: 1, pp.4 - 20
- García Llamas, J.L.; González Galán, M. y Ballesteros, B. (2001). Introducción a la investigación en educación. Vol. 1 y Vol. 2. Madrid: UNED.
- García Cué, J.L.; Santizo, J. A. (2008). Herramientas Web 2.0 para la Gestión del Tiempo. Madrid: Anaya. ISBN: 978-84-691-4388-9 PP 31
- González R. S. 1997. Manual de redacción e investigación documental. 4ª. Edición. Ed. Trillas, México D. F.
- Infante, S. y Zárate, G. (1981). Métodos Estadísticos. México: Trillas.
- Luis, C. A. y P. Alcino B. 1993. Metodología científica. Traducción al español de J. Guevara Y. y C. Bernal. Ed. Mc Graw-Hill. Latinoamericana. Bogotá Colombia.
- Martínez M. L. 1991. Redacción y estilo; una guía para evitar los errores mas frecuentes. Ed. Trillas. México, D. F.
- Miguel S. Valles 2004. Técnicas cualitativas de investigación social: reflexión metodológica y práctica profesional. Madrid: Síntesis.
- Murray R. 2011. How to write a Thesis. Ed. McGraw Hill, New York. UK.
- Ortiz U. F. G. y García N.M. P. 2005. Metodología de la investigación. Ed. Limusa Noriega Editores.
- Pacheco E. A.; Cruz E. M. C. 2006. Metodología Crítica de la investigación. Ed. CECSA. México D. F.
- Pérez D'G. R. 2002. Sistema Internacional de Unidades SI. Ed. ATEPROCA, Caracas Venezuela. En línea  
<http://www.asocius.net/images/dynabiz/ID7487/siteinfo/Metrolog%C3%ADaDaCOLOR.pdf>  
(consultado junio 2011)
- Pinto, M. (2004). Iniciación a la Investigación. Página Web de Maria Pinto. Catedrática de la Universidad de Granada. Dirección: [http://www.mariapinto.es/e-coms/ini\\_inves.htm](http://www.mariapinto.es/e-coms/ini_inves.htm)
- Rio F. Del .1990. El arte de investigar. Universidad Autónoma Metropolitana, México D. F.
- Rosas A. S. 2000. Ciencia y Filosofía de la Ciencia. Ciencia y Desarrollo. 151: 6-17
- Strathn, L. Avery H. and Taylos K. 1993. Notes on the preparation of essays in the arts and Sciences. Fourth edition. Revised and expanded. Academia Sjills center. Trent University, Peterborough, Ontario, Canada.
- Tamayo T. M. 2004. El Proceso de la Investigación Científica. LIMUSA, Noriega Editores. México. Tercera Edición.
- Terra. 2007. Normas para publicación. Sociedad Mexicana de la Ciencia el Suelo. Chapingo, México.
- Walker M. 2002. Como escribir trabajos de Investigación Científica. Ed. Gedisa. Barcelona España.

---

#### BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA

---

Bueno de A., G. 1987. Introducción a la programación lineal y análisis de sensibilidad. Ed. Trillas. México, D.F., México.

Cate, R.B., Jr. 1969. Minimization of unit costs as a basic for making fertilizers recommendations. International Soil Fertility Evaluation and Improvement Series. Preliminary Report No. 3. North Carolina State University. Raleigh, NC, USA.

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación. Edición completamente revisada. CIMMYT. México, D.F. México.

Chalita T., L. E. 1978. Teoría y metodología de los costos agrícolas. *Agrociencia* 33:55-66.

Ferguson, C.E. y J.P. Gould. 1978. Teoría microeconómica. Fondo de Cultura Económica. México, D.F., México.

Freund, R.J. and R.C. Littell. 2000. SAS System for Regression. Third ed. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.

Gittinger, P.J. 1989. Análisis económico de proyectos agrícolas. Tercera reimpresión. Editorial Tecnos. Madrid, España.

Heady, E.O. and J.L. Dillon, 1961. Agricultural production functions. Iowa Sta. Univ. Press. Ames, Iowa, USA.

Horton, F.W., Jr. 1994. Analyzing benefits and costs. A guide for information managers. International Development Research Centre. Ottawa, ON., Canada.

Rebolledo R., H.H. 2002. Manual SAS por computadora. Análisis estadísticos de datos experimentales. Ed. Trillas. México, D.F., México.

Volke H., V. 1990. Metodología estadística y económica para la generación de tecnología en la agricultura. Cuaderno de Edafología 16. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx., México.

Volke H., V., A. Turrent F. y A. Castillo M. 2005. Diseños de tratamientos y estimación de funciones de respuesta en la investigación agrícola. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx., México.

Volke H., V. 2008. Estimación de funciones de respuesta para información de tipo no experimental, mediante regresión. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx., México.

---