



#### I. DATOS GENERALES

UNIDAD ACADÉMICA	División de Ciencias Forestales
PROGRAMA EDUCATIVO	Ingeniero Forestal
NIVEL EDUCATIVO	LICENCIATURA
ASIGNATURA	CONSERVACIÓN DE SUELOS FORESTALES
CARÁCTER	OBLIGATORIO
TIPO	TEÓRICO Y PRÁCTICO
PRERREQUISITOS	EDAFOLOGÍA FORESTAL ECOLOGÍA FORESTAL FOTOGRAMETRÍA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
C. ESCOLAR/AÑO/SEMESTRE	/1er. Semestre de 6º Año.
HORAS TEORÍA/SEMANA	3
HORAS PRÁCTICA/SEMANA	2
H. ESTUDIO INDEPENDIENTE	
VIAJE DE ESTUDIO (8h/d)	24
HORAS TOTALES DEL CURSO	104
Nº DE CRÉDITOS	
PROFESOR	
CLAVE	2313

#### II. INTRODUCCIÓN

El suelo como recurso natural renovable a muy largo plazo requiere de su conservación en donde aún se mantiene en buen estado de fertilidad, requiriéndose acciones de recuperación en aquellas zonas donde por diferentes causas y procesos, el suelo se ha degradado.

La Degradación y Conservación del Suelo Forestal, se puede definir como la rama de la Edafología que estudia dichas causas y procesos de degradación, y pone a disposición métodos y técnicas ampliamente validadas para detenerlos o mitigarlos.

Los principales procesos de degradación que se analizan en este curso son: deforestación, salinización, acidificación, contaminación, compactación, degradación biológica y erosión; dándole mayor énfasis a la erosión hídrica y eólica por ser este un problema serio que amenaza el desarrollo económico de muchos países del mundo, entre los que destaca México, con al menos el 60 % de su territorio afectado en algún grado importante por erosión hídrica y el 80 % por erosión eólica; problema que si lo trasladamos solo a la superficie ocupada por bosques se convierte en 36.5 millones de ha en las que se reconoce la necesidad de implementar acciones de recuperación de suelos.

Por lo anterior en este curso se discuten las bases teóricas que explican los mecanismos de erosión hídrica y eólica acelerada, poniendo en práctica diferentes metodologías para su estimación y cartografía, tomando como base la zona aledaña a Chapingo ó cualquier otra zona de interés del estudiante. El curso concluye discutiendo y poniendo en práctica las diferentes técnicas mecánicas y vegetativas que permiten controlar la erosión a niveles un tanto más permisibles.

Ubicación. La asignatura de Edafología Forestal se ubica en la División de Ciencias Forestales, de la Universidad Autónoma Chapingo, y en el Departamento de Ingeniería Forestal, área de Manejo de Cuencas

Evaluación. El curso es evaluado constantemente por el profesor considerando los siguientes elementos: asistencia a las diferentes sesiones, participación, entrega de trabajos extra-clase y construcción de conocimientos a partir de lo expuesto y analizado en las diferentes sesiones.

A nivel horizontal, la materia se relaciona con:

VIVEROS Y REFORESTACIÓN  
INGENIERÍA DE CAMINOS FORESTALES

A nivel vertical se relaciona con:

EDAFOLOGÍA FORESTAL  
MAQUINARIA FORESTAL

El curso es: Teórico-Práctico. De tipo: Metodológica

La formación general es de tipo: Básicas

Métodos y formas de enseñanza. En general los métodos y formas de enseñanza serán la conferencia, discusión, demostración y comprobación en campo y laboratorio. La conferencia y discusión se aplicarán en el aula para analizar la teoría científica básica relacionada con cada tema del programa de asignatura. La demostración y comprobación como métodos de enseñanza se aplicarán en el laboratorio y en las prácticas de campo, donde el estudiante someterá al análisis y comprobación la teoría expuesta en el aula. Se realizarán 3 recorridos de campo de 1 día cada uno, donde el estudiante aprenderá a manipular instrumentos de medición de la erosión y el escurrimiento superficial, así como a obtener datos de campo para la aplicación de modelos de cálculo en trabajo de gabinete. Se realizarán 12 sesiones de laboratorio donde el estudiante aplicará técnicas cuantitativas para describir y estimar los procesos erosivos y representarlos por medio de cartografía, por lo que también requiere del conocimiento básico de algún programa de análisis espacial como ArcView o ArcGis.

### III. PRESENTACIÓN

La conservación del suelo forestal, se puede definir como la rama de la Edafología forestal que conjuga los conocimientos hasta ahora generados sobre los procesos de erosión del suelo y las técnicas con que se cuenta para detenerlos o mitigarlos.

Los suelos, en general están sometidos a erosión constante por procesos naturales, por lo que se reconoce como erosión natural, la cual se altera drásticamente por la influencia del hombre, proceso al cual se le llama erosión acelerada; siendo esta última un reto serio para el desarrollo económico y social de la futura humanidad; ya que actualmente son pocos los esfuerzos que se hacen por producir sin deterioro del medio ambiente y muchos los que se hacen deteriorando el suelo principalmente.

De ahí la importancia de la toma de conciencia y conocimientos básicos sobre la conservación del suelo, sobre todo por aquellos individuos que están llamados a tomar decisiones futuras en torno al manejo de recursos naturales, agua, suelo y vegetación, como es el Ingeniero Forestal. La presente asignatura se relaciona estrechamente con las siguientes asignaturas: Sistemas agroforestales y Formación Empresarial.

### IV. OBJETIVO

#### Objetivo General

Analizar las causas y procesos de degradación del suelo forestal, así como los métodos para estimarlos, con el fin de proponer los mejores métodos y técnicas para conservación y/o recuperación.

#### Objetivos específicos

1. Discutir los usos actuales del suelo forestal como factores generales que desencadenan procesos de degradación acelerada del suelo forestal.
2. Demostrar que la erosión hídrica y eólica por la extensión que ocupan en el país son los principales procesos de degradación en marcha y deben ser prioritarios en los programas de atención.
3. Discutir las metodologías actuales para medir la tasa de erosión y establecer criterios de evaluación del problema.
4. Analizar el impacto de los programas oficiales actuales para atender de manera ordenada y sistemática el problema de la erosión del suelo forestal.
5. Analizar los principios teóricos básicos para el diseño de obras de conservación de suelos y control de azolves, para fortalecer la práctica de la conservación del suelo forestal.

## V. CONTENIDO

### UNIDAD I. MAGNITUD DEL PROBLEMA DE LA DEGRADACIÓN DEL SUELO FORESTAL (6 h).

OBJETIVO: Dimensionar el problema de la degradación del suelo en general y del suelo forestal en particular a nivel nacional y mundial.

#### Contenido a desarrollar

- 1.1. El suelo como parte del ecosistema
  - 1.1.1. Tipos de ecosistemas
  - 1.1.2. Funciones específicas del suelo
  - 1.1.3. El suelo como sistema abierto
- 1.2. Definición de conceptos básicos
  - 1.2.1. Tierra
  - 1.2.2. Suelo forestal
  - 1.2.3. Degradación del suelo
  - 1.2.4. Desertificación
  - 1.2.5. Conservación de Suelos
- 1.3. Magnitud del problema de la degradación del suelo
  - 1.3.1. A nivel mundial
  - 1.3.2. En México

### UNIDAD II. CAUSAS Y PROCESOS DE LA DEGRADACIÓN DEL SUELO FORESTAL (8 h).

Objetivo: Demostrar que las actividades productivas primarias del hombre moderno son las causas del inicio y agudización de los distintos procesos de degradación del suelo forestal.

#### Contenido temático a desarrollar:

- 2.1. Introducción: factores socioeconómicos
- 2.2. Causas de la degradación del suelo forestal
  - 2.2.1. Deforestación
  - 2.2.2. Agricultura
  - 2.2.3. Sobre pastoreo
  - 2.2.4. Incendios forestales

- 2.2.5. Aprovechamientos forestales inmoderados
- 2.2.6. Por infraestructura y urbanización
- 2.2.7. Minería
- 2.3. Procesos de la degradación del suelo forestal
  - 2.3.1. Salinización
  - 2.3.2. Acidificación
  - 2.3.3. Contaminación
  - 2.3.4. Compactación
  - 2.3.5. Degradación biológica
  - 2.3.6. Erosión

### UNIDAD III. LA EROSIÓN COMO PRINCIPAL PROCESO DE DEGRADACIÓN DEL SUELO FORESTAL (4 h).

**OBJETIVO:** Demostrar que la erosión hídrica y eólica constituyen los principales procesos de pérdida directa de suelo y productividad forestal.

Contenido temático a desarrollar:

- 3.1. La erosión como proceso principal de la degradación del suelo en México y en el mundo
  - 3.1.1. Definición de erosión
  - 3.1.2. La erosión y sus agentes
  - 3.1.3. Clasificación de la erosión
- 3.2. Factores que determinan la tasa de erosión
- 3.3. Variación temporal y espacial de la erosión
- 3.4. Tasa de erosión permisible.
- 3.5. Propiedades físicas y químicas del suelo afectadas por la erosión

### UNIDAD IV. DESARROLLO DE SEMINARIO SOBRE: CAUSAS Y PROCESOS DE LA DEGRADACIÓN DEL SUELO FORESTAL (3 h).

**Objetivo:** Poner en contacto al estudiante con la problemática global generadora de la degradación del suelo forestal.

Se asignan temas de interés por equipo, los estudiantes realizan una investigación a nivel de artículo científico, el cual se expone frente al grupo y se manda a publicar, en una revista de impacto nacional.

### UNIDAD V. EROSIÓN EÓLICA; MECANISMOS, ESTIMACIÓN Y MÉTODOS DE CONTROL (12 h)

**Objetivo:** Caracterizar los mecanismos de acción y formas de la erosión causada por el viento para diseñar y aplicar métodos de cuantificación y control más eficientes.

Contenido temático:

- 5.1. Introducción
  - 5.1.1. Definición
  - 5.1.2. Formas generales de la erosión eólica
  - 5.1.3. Daños causados por la erosión eólica
- 5.2. Factores que influyen en la ubicación y las tasas de erosión eólica
  - 5.2.1. Factores de erosionabilidad
  - 5.2.2. Factores de erosividad.

- 5.3. Mecánica del proceso erosivo
  - 5.3.1. Perfil de viento
  - 5.3.2. Fuerzas en el umbral del movimiento
  - 5.3.3. Determinación de la velocidad y resistencia umbral de corte
  - 5.3.4. Caracterización del movimiento de las partículas
  - 5.3.5. Procesos relacionados con el movimiento de las partículas
    - 5.3.5.1. Remoción
    - 5.3.5.2. Transporte
    - 5.3.5.3. Abrasión
    - 5.3.5.4. Avalanchamiento
    - 5.3.5.5. Deposición
    - 5.3.5.6. Formación y movimiento de dunas
- 5.4. Métodos para estimar la tasa de erosión eólica
  - 5.4.1. Métodos empíricos
  - 5.4.2. Ecuación General de Predicción de Pérdida de suelo por erosión eólica
  - 5.4.3. Método de la FAO
  - 5.4.4. Modelos automatizados
- 5.5. Definición de indicadores de la erosión eólica
- 5.6. Métodos y técnicas para el control de la erosión eólica
  - 5.6.1. Justificación
  - 5.6.2. Principios teóricos
  - 5.6.3. Métodos de labranza
  - 5.6.4. Manejo de los residuos de cosecha
  - 5.6.5. Cultivos en fajas
  - 5.6.6. Manejo de la cubierta vegetal arbórea y arbustiva
  - 5.6.7. Fijación de dunas

## UNIDAD VI. LA EROSIÓN HÍDRICA: MECANISMOS, FORMAS Y MÉTODOS DE ESTIMACIÓN (12 h).

Objetivo: Caracterizar los mecanismos de acción y formas de la erosión causada por el agua para diseñar y aplicar métodos de cuantificación y control más eficientes.

Temática a desarrollar:

- 6.1. Introducción
  - 6.1.1. Definición
  - 6.1.2. Fases del proceso
- 6.2. Factores que determinan la tasa de erosión hídrica
  - 6.2.1. Cobertura vegetal
  - 6.2.2. Suelo
  - 6.2.3. Relieve
  - 6.2.4. Lluvia
- 6.3. Mecanismos primarios de la erosión hídrica
  - 6.3.1. Salpicamiento de partículas del suelo
  - 6.3.2. Esguerramiento superficial
    - 6.3.2.1. Origen
    - 6.3.2.2. Elementos hidráulicos
    - 6.3.2.3. Turbulencia
    - 6.3.2.4. Velocidad
    - 6.3.2.5. Clasificación
    - 6.3.2.6. Métodos de estimación
  - 6.3.3. Efecto de la saturación del suelo y la gravedad
- 6.4. Huellas de la erosión hídrica
- 6.5. Métodos para estimar la erosión hídrica
  - 6.5.1. Directos
    - 6.5.1.1. Clavos, rondanas y varillas
    - 6.5.1.2. Cubicación de cárcavas
    - 6.5.1.3. Lotes ó parcelas de esguerramiento
    - 6.5.1.4. Simulador de lluvias
    - 6.5.1.5. Estaciones de aforo

- 6.5.2. Métodos indirectos
  - 6.5.2.1. Modelo conceptual de Wischmeier
  - 6.5.2.2. Medición de las huellas en el campo
  - 6.5.2.3. Ecuación Universal de Pérdida de Suelo
  - 6.5.2.4. Modelos matemáticos automatizados
- 6.6. Principales indicadores de la erosión hídrica.

## UNIDAD VII. EL PROYECTO DE CONSERVACIÓN Y / Ó RECUPERACIÓN DEL SUELO FORESTAL ( 9 h).

Objetivo: Analizar los elementos de diseño y la información básica necesaria para implementar el programa o proyecto de conservación del suelo forestal.

Contenido temático a desarrollar:

- 7.1. Justificación del proyecto o programa.
- 7.2. Escala de trabajo.
- 7.3. Bases de datos cartográficos y de atributos necesarios
- 7.4. Clasificación del suelo por capacidad de uso forestal.
- 7.5. Levantamiento topográfico específico
- 7.6. Obras mecánicas y vegetativas consideradas eficientes
  - 7.6.1. Mecánicas
    - 7.6.1.1. Surcado al contorno
    - 7.6.1.2. Sistemas de terrazas
    - 7.6.1.3. Sistemas de zanjas y bordos
    - 7.6.1.4. Sistemas de presas
    - 7.6.1.5. Suavización de taludes
    - 7.6.1.6. Cabeceo de cárcavas
  - 7.6.2. Vegetativas
    - 7.6.2.1. Cultivos en fajas
    - 7.6.2.2. Cultivos de cobertera
    - 7.6.2.3. Reforestación como método de restauración de suelos
    - 7.6.2.4. Evaluación de especies
    - 7.6.2.5. Métodos de preparación del terreno
    - 7.6.2.6. Los sistemas agroforestales como métodos de conservación.
    - 7.6.2.7. Muros vivos
    - 7.6.2.8. Mantas orgánicas
    - 7.6.2.9. Biorrollos
    - 7.6.2.10. Uso de madera muerta
- 7.7. Elección y diseño de las obras mecánicas y / o vegetativas a establecer

## VI. ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Actividades prácticas en laboratorio	Objetivos	Unidad de apoyo	Lugar de realización	Horas
1. CARTOGRAFÍA DE LAS CAUSAS Y PROCESOS DE DEGRADACIÓN DEL SUELO	Identificar y cartografiar las diferentes causas de la degradación del suelo en el área de influencia de Chapingo.  Identificar y cartografiar los diferentes procesos de degradación del suelo en el área de influencia de Chapingo.	Unidad I, II y III	Laboratorio GIS de la DICIFO	8
	Estimar velocidades umbrales de corte	Unidad	Laboratorio	2

2. CONSTRUCCIÓN DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA	del viento, en el estado de Tlaxcala.  Estimar tasas de transporte de sedimentos por el viento en el estado de Tlaxcala.	V	Mecánica Suelos Irrigación	
3. ESTIMACIÓN DE LA TASA DE EROSIÓN EÓLICA EN PARCELAS DEL ESTADO DE TLAXCALA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ilustrar y ejemplificar la metodología para estimar la tasa de erosión eólica y su control a tasas permisibles.</li> <li>2) Determinar al menos para una estación meteorológica, la existencia ó no de vientos erosivos.</li> <li>3) Demostrar la importancia del manejo del suelo y sus propiedades físicas, así como la influencia del factor relieve y clima, en la tasa de erosión eólica.</li> </ol>	Unidad V	Laboratorio GIS de la DICIFO	4
4. ESTIMACIÓN DE LA TASA DE EROSIÓN HÍDRICA EN LA ZONA ORIENTE DEL MUNICIPIO DE TEXCOCO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Estimar la tasa de erosión hídrica de la zona oriente del municipio de Texcoco, y definir zonas prioritarias para las acciones de conservación de suelos.</li> <li>2) Definir y diseñar el programa de conservación de suelos de las cuencas hidrográficas del oriente del municipio de Texcoco.</li> </ol>	Unidad VI y VII	Laboratorio GIS de la DICIFO	8
5. USO Y APLICACIÓN DEL SIMULADOR DE LLUVIAS	<p>Demostrar el funcionamiento del simulador de lluvias en el laboratorio</p> <p>Demostrar las variables ó factores que se pueden estimar con el simulador de lluvias</p> <p>Simular el escurrimiento superficial y la cantidad de sedimentos que se generan como respuesta a un evento de lluvia.</p>	Unidad VI	Laboratorio de Hidrociencias. Colegio de Postgraduados	4

ACTIVIDADES DE CAMPO				
RECONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA Y EÓLICA EN CAMPO	<p>Reconocer en campo los efectos de la erosión hídrica y eólica.</p> <p>Estimar la pérdida total de suelo por erosión hídrica, en diferentes sitios.</p> <p>Obtener datos de suelos, relieve y uso del suelo que permitan posteriormente estimar la tasa de erosión eólica en diferentes sitios del estado de Tlaxcala</p>	Unidad II, V y VI	Trayecto: Texcoco a Laguna del Carmen Tlaxcala	8
PARAMETRIZACIÓN DE LA ECUACIÓN UNIVERSAL DE PÉRDIDA DE SUELO Y MODELOS HIDROLÓGICOS	<p>Obtener la información de campo para estimar el escurrimiento superficial por medio del método racional modificado y el método de las curvas numéricas, en parcelas con diferentes condiciones de suelo y manejo.</p> <p>Obtener la información de campo para estimar la erosión hídrica en parcelas forestales (laderas), con diferente suelo y sistema de manejo.</p>	Unidad VI	Zona aledaña a Chapingo y Campo Experiment al las Cruces.	8
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS MECÁNICAS Y VEGETATIVAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS FORESTALES	<p>Evaluar los elementos de diseño y el funcionamiento actual de diferentes obras mecánicas de conservación de suelos forestales ya construidas en el Campo Las Cruces.</p> <p>Evaluar los elementos de diseño y el funcionamiento hidráulico de distintas obras de control de azolves construidas en el Campo las Cruces y zona aledaña.</p> <p>Construir una pequeña obra de conservación de suelos forestales dentro del Campo las Cruces.</p>	Unidad VII	Campo Forestal Experiment al Las Cruces	8

## VII. MÉTODO DIDÁCTICO

El curso de Conservación de Suelos se impartirá exponiendo a la discusión y análisis la teoría científica técnica hasta ahora generada y buscando su aplicación en casos prácticos y reales. Por lo que en general, y para fines del mejor desarrollo del curso, este será desarrollado en sesiones de análisis teórico y en sesiones de aplicación práctica.

Sesiones de análisis teórico: consisten en la exposición por parte del profesor y de los estudiantes de los temas que conforman el curso, en donde se desarrollarán técnicas de aprendizaje grupales, e individuales, utilizando desde luego la exposición oral, y por escrito de los tópicos del curso, generando la discusión y análisis entre los participantes. Los medios



necesarios para lograr un aprendizaje activo serán el proyector, papelogramas, la exposición, la conferencia, etc.

Sesiones práctica. Dichas sesiones son de campo y laboratorio donde se busca aplicar conocimientos básicos de Edafología, Cartografía e Ingeniería Agrícola en general para medir el estado actual y futuro del recurso suelo, tomando como referencia una región, cuenca o parcela determinada.

Las salidas al campo tienen como propósito observar y conocer el proceso de la erosión y sus consecuencias y la toma de datos para elaborar propuestas de manejo del suelo que logren mitigar el problema de su deterioro.

## VIII. EVALUACIÓN

La evaluación del alumno se realizará de acuerdo a los siguientes aspectos:

Tres exámenes teóricos-prácticos, valor 60 %

Prácticas de campo y laboratorio 20 %

Organización y participación en el seminario 20 %.

### Acreditación

La evaluación del curso contempla el trabajo en el aula mismo que se refleja en el análisis y discusión los contenidos de las lecturas sugeridas. Asimismo, se considera el trabajo independiente que se llevará a cabo fuera del aula y estará determinado para este caso por las lecturas de los materiales, elaboración de fichas bibliográficas y de trabajo, así como la construcción de archivos electrónicos y físicos del proyecto de investigación, pero igual y puede ser cualquier otras actividad como: lecturas previas, resolución de ejercicios, material de consulta, preparación de seminarios y prácticas y pp., formulación de respuesta, redacción de informes, ensayos, entrevistas, investigación bibliográfica, así como preparación y estudio para exámenes.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

### BÁSICA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, MEDIO RURAL Y MARINO. GOBIERNO DE ESPAÑA. 2013. Inventario de Tecnologías de Lucha Contra la Desertificación. Madrid, España. <http://www.magrama.gob.es/es/>

LAGOS, S. M. 2005. Protocolo para selección de alternativas para la conservación de suelos en laderas. Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero, División de Protección de los recursos Naturales Renovables. Gobierno de Chile. Servicio Agrícola y Ganadero.

STOCKING, M. y MUMAGHAN, N. 2003. Manual para la Evaluación de Campo de la Degradación de la Tierra. Ediciones Mundi-Prensa. Impreso en España.

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL. 2004. Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales. Manual de obras y prácticas. SEMARNAT. México, D.F. (Formato pdf, página de CONAFOR).

AGUILAR, S. G. 2004. Uso, Manejo, Conservación y Planeación de los Recursos Naturales en México. Programa Nacional de Investigación en Recursos Naturales y Ecología. Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural Regional. Universidad Autónoma Chapingo.

GALLOSO, J. y DIEGO, A. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE. 1999. Guía de Conservación de Suelos Forestales. Universidad Austral de Chile e Instituto Forestal. Baldivia. Chile. (Formato pdf, de internet).

BECERRA, M. A. 1999. Escorrentía, Erosión y Conservación de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo.

SERVICIO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA. 1994. Manual de Conservación de Suelos. Editorial Uthea. Noriega editores. México.

ORTIZ, S. MA. L. M., ANAYA, G. M., ESTRADA, B. W. J. 1994. Evaluación, Cartografía, y Políticas preventivas de la Degradación de la Tierra. Colegio de Postgraduados. Universidad Autónoma Chapingo y Comisión Nacional de Zonas áridas.

FIGUEROA, S. B., AMANTE, O. A., CORTES, T. H. G., PIMENTEL, L. J., OSUNA, C. E. S., RODRIGUEZ, O. J. M., y MORALES, F. F. J. 1991. Manual de Predicción de Pérdidas de Suelo por Erosión. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Colegio de Postgraduados. Centro Regional para Estudios de Zonas áridas. México.

COLEGIO DE POSTGRADUADOS. 1991. Manual de conservación del suelo y del Agua. Tercera edición. Montecillo. México.

FOSTER, A. B. 1990. Métodos aprobados en conservación de suelos. Editorial Trillas. México.

HUDSON, N. 1982. Conservación de suelos. Barcelona, Reverte.