

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES**

**PROGRAMA DE LA ASIGNATURA CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y DECLINACIÓN
FORESTAL**

Datos Generales:

Unidad Académica:	División de Ciencias Forestales
Programa Educativo:	Ingeniero en Restauración Forestal
Nivel Educativo:	Licenciatura
Área de conocimientos:	Política ambiental
Asignatura:	Contaminación del Aire y Declinación Forestal
Carácter:	Optativa
Clave de la Materia:	2591
Tipo de curso:	Teórico-practico
Prerrequisitos:	Físico-Química Ambiental, Contaminación Ambiental y Salud Forestal
Nombre del Profesor:	
Horas teoría/semana:	3
Horas práctica/semana:	1
Total de horas del curso:	64

Resumen didáctico:

El curso de contaminación del aire y declinación forestal se imparte en el segundo semestre de séptimo año a la carrera de ingeniero en restauración forestal.

El curso esta relacionado horizontalmente con los cursos evaluación de impacto ambiental, manejo y conservación de áreas protegidas y economía del deterioro ambiental y verticalmente con cursos contaminación ambiental, físicoquímica ambiental, salud forestal y legislación ambiental.

El curso es de carácter teórico y práctico con una formación básica e integradora en diversas modalidades, cátedra, clase programada, trabajo de curso, seminario trabajo investigativo, prácticas de camp

Presentación:

La atmósfera es una capa de gases que rodea a la tierra y la separa del resto espacio. Esta compuesta principalmente por cuatro gases: nitrógeno, oxígeno. vapor de agua y anhídrido carbónico. Presenta una estructura bien determinada, clara y organizada, en la que se distinguen cinco capas: la troposfera, la estratosfera, la mesosfera, la termosfera y la ionosfera. Funciona como un sistema autosuficiente, capaz de adaptarse a cualquier cambio y hasta ahora ha funcionado bien. Sin embargo su

capacidad de carga es limitada y nosotros rápidamente la estamos llevando hasta un punto en el que se dañara de forma irreversible. Entre las cosas que la afectan se encuentran los gases invernadero que causan su deterioro y el calentamiento global (óxidos de nitrógeno y azufre que emiten los automóviles, las industrias etc.), que causan su acidificación y la consecuente llamada lluvia ácida. Los clorofluorocarbonos han provocado perforaciones específicamente en la capa de ozono.

Dentro de los compuestos que más dañan a la atmósfera están los hidrocarburos (resultantes de la combinación de carbono e hidrógeno), tales como el petróleo y el gas natural. La combinación de residuos que derivan de su quema, juntos con otros contaminantes y la luz del sol, forman el ozono que es uno de los problemas más grandes de las ciudades.

La contaminación del aire afecta los ecosistemas vivos e incluso los materiales; debido a una amplia variedad de contaminantes aéreos entre los cuales se incluyen los gases oxidantes, partículas, agroquímicos, materiales radioactivos etc.

Los ecosistemas vegetales y forestales son particularmente sensibles a algunos contaminantes atmosféricos, consecuentemente hay un decremento en la fotosíntesis y el crecimiento; estas alteraciones frecuentemente pueden ocurrir antes de que se presenten los síntomas visibles de daño.

Objetivos:

Objetivo General:

Relacionar los patrones de distribución del aire, su naturaleza, fuentes y concentraciones ambientales con la finalidad de conocer sus efectos en los ecosistemas vegetales y forestales.

Objetivos particulares:

1. Analizar las fuentes y concentraciones de los contaminantes aéreos con la finalidad de prevenir sus efectos sobre la sociedad y los ecosistemas terrestres.
2. Analizar el transporte de los contaminantes aéreos, con el objeto de observar su influencia en el cambio climático global y sus efectos en la sociedad.
4. Conocer tecnologías de prevención y control para la contaminación del aire con la finalidad de establecerlas en las ciudades más afectadas por este problema.

Contenido:

Unidad 1.0 Introducción (3.0 hrs.)

- 1.1 Presentación del programa del curso
- 1.2 Composición química de la atmósfera
- 1.3 Relaciones entre los factores físicos y químicos de la atmósfera

Unidad 2.0 Contaminantes atmosféricos (3.0 hrs.)

- 2.1 Tipos
- 2.2 Orígenes
- 2.3 Concentraciones
- 2.4 Clasificación
 - 2.4.1 Derivados de azufre
 - 2.4.1.1 Acido sulfhídrico
 - 2.4.1.2 Dióxido de azufre
 - 2.4.2 Derivados del carbono
 - 2.4.2.1 Monóxido de carbono
 - 2.4.2.2 Dióxido de carbono
 - 2.4.2.3 Hidrocarburos
 - 2.4.2.4 Aldehídos
 - 2.4.3 Halógenos
 - 2.4.4 Derivados del nitrógeno
 - 2.4.4.1 Nitrato peroxiacetílico
 - 2.4.5 Areosoles y polvo
 - 2.4.6 Ozono
 - 2.4.7 Plomo

Unidad 3.0 Historia de la calidad del aire (3.0 hrs.)

- 3.1 Antes de la revolución industrial
- 3.2 Revolución Industrial
- 3.2 El siglo XX
- 3.3 Análisis

Unidad 4.0 La climatología y la calidad del aire (4.5 hrs.)

- 4.1 Aspectos meteorológicos
 - 4.1.1 Vientos
 - 4.1.2 Turbulencias
 - 4.1.3 Transporte y dispersión
 - 4.1.3.1 Mecanismos
 - 4.1.3.2 Teorías de la difusión
 - 4.1.3.3 Modelos de difusión
- 4.2 Aspectos físico-químicos
 - 4.2.1 Características especiales de la atmósfera

- 4.2.2 Factores hídricos especiales
 - 4.2.1.1 Humedad atmosférica
 - 4.2.1.2 Precipitaciones
 - 4.2.1.3 Influencia de las masas de agua
- 4.2.3 Factores biológicos
- 4.2.4 Factores energéticos
 - 4.2.4.1 Radiación solar
 - 4.2.4.2 Temperaturas e inversiones térmicas
- 4.2.5 Las actividades humanas directas – urbanización

Unidad 5.0 Relación de la bioquímica y fisiología ante la contaminación atmosférica (4.5 hrs.)

- 5.1 Bioquímica
 - 5.1.1 Las enzimas
 - 5.1.2 Las proteínas
 - 5.1.3 Los aminoácidos
 - 5.1.4 Los ácidos nucleicos
- 5.2 Fisiología
 - 5.2.1 La célula
 - 5.2.2 Los estomas y la contaminación atmosférica
 - 5.2.2.1 Movimiento de los estomas
 - 5.2.2.2 Intercambio gaseoso
 - 5.2.2.3 Efecto de la contaminación del aire sobre los estomas

Unidad 6.0 Las partículas sólidas del aire y su influencia en los vegetales (6.0 hrs.)

- 6.1 Partículas inertes
 - 6.1.1 Composición
 - 6.1.1 Forma
 - 6.1.3 Propiedades físicas
- 6.2 Partículas industriales
 - 6.2.1 Tóxicas
 - 6.2.2 No tóxicas
- 6.3 Partículas procedentes de los hidrocarburos y de su combustión
- 6.4 Efectos de las partículas
 - 6.4.1 Partículas gruesas
 - 6.4.2 Partículas finas
- 6.5 Estudios de caso
 - 6.5.1 Áreas verdes de las ciudades
 - 6.5.2 Caso de una industria del cemento

Unidad 7.0 Efecto de los contaminantes atmosféricos sobre los vegetales (9.0 hrs.)

- 7.1 Monóxido de carbono

- 7.1.1 Efecto sobre la transpiración
- 7.1.2 Efecto sobre la fotosíntesis
- 7.1.3 Fijación fotosintética del CO
- 7.2 Óxidos de nitrógeno
 - 7.2.1 Efectos sobre la vegetación
 - 7.2.2 Sensibilidad de los vegetales
 - 7.2.3 Efectos sobre la fotosíntesis
 - 7.2.4 Respuesta de los vegetales a los Nox
 - 7.2.5 Actividad sinérgica
- 7.3 Dióxido de Azufre
 - 7.3.1 Síntomas generales en los vegetales
 - 7.3.2 Efectos en los vegetales
 - 7.3.3 Respuesta anatomo-patológica y metabólica
 - 7.3.4 Desprendimiento de gases. Sinergismos
- 7.4. Nitrato peroxiacetílico
 - 7.4.1 Efectos fisiológicos y anatómicos
 - 7.4.2 Enmascaramiento
- 7.5 Ozono
 - 7.5.1 Efectos fisiológicos y anatómicos
 - 7.5.2 Sensibilidad de las especies vegetales
 - 7.5.3 Enmascaramiento y sinergismo
- 7.6 Otros agentes
 - 7.6.1 Plomo
 - 7.6.2 Tricloroetileno, Benceno y Formaldehído

Unidad 8.0 Los ecosistemas forestales y la contaminación atmosférica (12.0 hrs.)

- 8.1 Fuentes fijas
- 8.2 Descripción del ecosistema forestal
- 8.3 Dinámica del ecosistema forestal
- 8.4 Respuesta del ecosistema forestal
- 8.5 Control del subsistema del árbol en crecimiento
- 8.6 Control del subsistema humedad y microclima
- 8.7 Control del subsistema insectos básicos y de mortalidad de árboles
- 8.8 Dinámica del subsistema raíces y patógenos
- 8.9 Control de semilleros
- 8.10 Control de reproducción
- 8.11 Degradación foliar
- 8.12 Degradación de la madera
- 8.13 Planificación general
- 8.14 Efecto de los ecosistemas forestales sobre el movimiento, dispersión y sedimentación de los contaminantes
 - 8.14.1 Fundamentos del problema
 - 8.14.2 Regulación del CO₂ atmosférico
 - 8.14.3 Efecto filtro
 - 8.14.4 Efecto aerodinámico

- 8.14.5 Captación
- 8.14.6 Contaminantes absorbidos y transformados
- 8.14.7 Contaminantes absorbidos y acumulados
- 8.14.8 Efecto antimicrobiano
- 8.15 Degradación de los componentes de los ecosistemas forestales por contaminación atmosférica
- 8.15.1 Causas
- 8.15.2 Fenómeno de estrés
- 8.16 Técnicas para mitigar los efectos de la contaminación atmosférica sobre los ecosistemas vegetales
- 8.16.1 Cultivo y establecimiento de especies tolerantes
- 8.16.2 Labores culturales y manejo silvícola
- 8.16.3 Cortinas rompeviento, vegetales y sedimentación
- 8.17 Evaluación de los riesgos de degradación
- 8.17.1 En un ecosistema forestal
- 8.17.2 En la vegetación

Unidad 9.0 Estrategias de control de la contaminación atmosférica (3.0 hrs.)

- 9.1 Tecnología, ingeniería de procesos y costos
- 9.2 Normas gubernamentales
- 9.3 Análisis

Metodología:

La asignatura esta organizada en nueve unidades, las cuales se desarrollan a través de diversas actividades previamente programadas y aplicadas en clase. Para la instrumentación de la materia se emplean diversas modalidades como la cátedra, el seminario, trabajo investigativo, trabajos de curso y practicas de campo.

Evaluación:

EXAMENES	TEMAS	PUNTUACIÓN %
Primer parcial	Introducción. Contaminantes atmosféricos. Historia de la calidad del aire.	20
Segundo parcial	La climatología y la calidad del aire. Relación de la bioquímica y fisiología ante la contaminación atmosférica. Las partículas sólidas del aire y su influencia en los vegetales	25
Tercer parcial	Efecto de los contaminantes atmosféricos sobre los vegetales. Los ecosistemas forestales y la contaminación atmosférica. Estrategias de control de la contaminación atmosférica.	35
Seminarios y otras actividades		10
Prácticas de campo	Una al Desierto de los Leones. México, D. F.	10
TOTAL		100

Nota: Los alumnos que tengan el 15% de inasistencias en el curso, presentarán examen extraordinario. Asimismo los que no alcancen el 80 de calificación promedio, presentarán examen global.

Bibliografía:

Air pollution training institute.1976. Diagnostic vegetation injury caused by air pollution. US. EPA. Research Triangle Park. North Carolina, USA.

Arévalo, L. A., J.C. Alegre y C. Palm. 2003. Determinación de las reservas de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra en Perú. 24 p.

Bauer, L. I. de.1972. Uso de plantas indicadoras de aeropolutos en la Ciudad de México. Agociencia 9 (D): 139-141. México.

Bauer, L. I. de. 1979. Las plantas como indicadores biológicos de la calidad del aire en el Valle de México. Congreso Mundial sobre Saneamiento Ambiental en la Planeación del Desarrollo. S.S.A y O.M.S. México, D. F. pp. 12-16.

Bauer, L. I. de y T. Hernández Tejeda. 1986. Contaminación: Una amenaza para la vegetación en México. Talleres Gráficos del Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. 84 p.

Bauer, L. I. de, T. Hernández Tejeda y D. Alvarado. 1987. Forest decline in Southern areas of México City. Abstracts of The XIV Internacional Botanical Congress. Berlin, Alemania Occidental. Pp.104.

Bauer, L. I. de, T. Hernández Tejeda y W. J. Manning. 1985. Ozone causes needle Injury and tree decline in *Pinus hartwegii* at high altitudes in the mountains around México City. J. Air Pollut. Control Assoc. 35 (8): 404

Bellido, C y María S. 1996. Aspectos químicos de la contaminación atmosférica. Universidad de Cordoba. 77 p.

Bobrov, R. A. 1952. The effect of smog on the anatomy of oat leaves. *Phytopatology* 42:558.563.

Botkin, D. 1989. Changing the global environment: persepectives on human involment. Bostón. 459 p.

Bravo A,. H. 1972. The use of color infrared photography in the detection of non-visible injury to vegetation by ozone. Int. Clean Air Conf. Proc. Melbourne, Australia.

Fischer, G., M. Shah y H. van Velthuizen. 2002. Cimate Change and Agricultural Vulnerability. Internacional Institute for Applied Systems Análisis (IIASA). Austria. 152 p.

García, C. S. 1996. Contaminación atmosférica. El colegio nacional. México. 339 p.

Giles, C. R. 2003. La amenaza contra la capa de ozono y el cambio climático: respuesta jurídico internacional. Ediorial Universidad de Huelva. 203 p.

Greenfacts, 2007. Consenso científico sobre el cambio climático. Greenfacts hechos sobre la salud y medio ambiente. 17 p.

IPCC. 2001. Climate Change 2001. The Scientific Basis. Cambridge University Press. United Kindom. 377 p.

Jaramillo, J.V.2004. El ciclo global del carbono en cambio climático una visión desde México. SEMARNAT-INE. México.

Kenneth, W. 2004. Contaminación del aire. Ed. Limusa-Wiley. 650 p.

Krupa, S.V. 1999. Polución, población y plantas. Colegio de Posgraduados. versión autorizada en español de la obra en inglés por The American Phytopathological Society. Traducida por Ma. de Lourdes de la I. de Bauer. 184p.

Krupa, S. V. y L. I. Bauer 1978. Algunas observaciones sobre el efecto de aeropulantes en la vegetación del valle de México. Res. VIII. Congreso Nacional de Fitopatología. Oaxtepec, Mor. México, D. F. pp1-2.

Krupa, S. V. 1980. Informe al Colegio de Posgraduados y CONACYT (Recorridos exploratorios en México durante julio y agosto). Centro de Fitopatología. C. P. Chapingo, México. Inédito.

Krupa, S. V. y L. I. de Bauer 1976. La ciudad daña los pinos del Ajusco. Panagfa 4 (31) : 5-7 México, D.F.

Hernández, T., T. 1981. Reconocimiento y evaluación del daño por gases oxidantes en pinos y avena del Ajusco, D. F. Tesis Profesional. U.A.CH. Chapingo, Edo. México. 90p.

Hernández, T., T. 1984. Efecto de los gases oxidantes sobre algunas especies del género *Pinus* nativas del Valle de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Fitopatología, C.P. Chapingo, Edo. México.

Hernández, T., T. y L. I. de Bauer. 1984. Evolución del daño por gases oxidantes en *Pinus hartwegii* y *Pinus montezumae*. var. Lindley en el Ajusco, D.F. *Agociencia* 56: 183-194. México.

Hernández, T., T. y L. I. de Bauer.1986. Photochemical oxidant damage on *Pinus hartwegii* at the "Desierto de los Leones", D. F. *Phytopathology* 76 (3):337.

Hernández, T., T. S.V. Krupa, G. C. Pratt y L. I. de Bauer.1981. Sensibilidad de plántulas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.) al ozono. *Agociencia* 43: 89-95. México.

Masera, O. 1995. Carbon Mitigation scenarios for Mexican Forest: Methodological considerations and Results. *Inteciencia*, 20:6,388-395.

Nevers de N. 1998. Ingeniería de control de la contaminación del aire. Ed. McGraw-Hill Interamericana. México, D.F. 546

Ordoñez, A. 1999. Captura de carbopno en un bosque templado. El caso de San Juan Nuevo, Michoacán. INE-SEMARNAT. México.

Ross, R.D. 1974. La industria y la contaminación del aire. Editorial Diana. México, D.F.

Turk, A., J. Turk y J.T. Wittes. 1985. Ecología contaminación-medio ambiente. México, D.F., Interamérica. 227 p.

Seoanez C. M. 1996. Ingeniería del medio ambiente aplicada al medio natural continental. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 529p.

Smith, H.W. 1981. Air Pollution and Forest. Interactions between air contaminants and forest ecosystems. Ed. Spring Verlag. New York. U.S.A.

Strauss, W.1990. Contaminación del aire: causas, efectos y soluciones. Trillas. México. 177 p.

Actualización: 2011