



POSGRADOS

I. DATOS GENERALES DE LA ASIGNATURA

Programa Educativo		Modalidad	Duración del periodo lectivo		
Maestría y Doctorado en Ciencias en Innovación Biotecnológica		Escolarizada	Semestre		
Clave	Nombre de la Asignatura		Fecha de Elaboración	Fecha de Aprobación	Fecha de Revisión
BS14	Bioremediación de suelos		4/09/2013	16/10/2013	02/09/2021

Distribución de horas formativas				
Horas de trabajo				Total de Créditos
Horas Teóricas	Horas Prácticas	Trabajo independiente	Asesoría	Asignatura precedente:
48	16	16	0	Ninguna

II. ESTRUCTURA BÁSICA DEL PROGRAMA

OBJETIVO (S)
Obtener las bases teórico – prácticas para caracterizar y evaluar un sitio contaminado y seleccionar la mejor tecnología para su remediación.

CONTENIDO TEMÁTICO
UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN. 1.1 Definición del suelo y su entorno. 1.2 Conceptos básicos sobre el origen de los suelos. 1.3 Clasificación de los suelos: USDA y FAO. 1.4 Principales propiedades fiscoquímicas del suelo.

1.5 Origen y transformación de la materia orgánica.

UNIDAD 2. EL SUELO COMO HÁBITAT.

- 2.1 Fauna del suelo: micro, meso y macro.
- 2.2 Microorganismos del suelo.
- 2.3 El suelo como soporte de la vegetación.

UNIDAD 3. PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL SUELO.

- 3.1 Inorgánicos.
- 3.1. Orgánicos.
 - 3.1.1 Hidrocarburos.
 - 3.1.2 Pesticidas y plaguicidas.
 - 3.1.3 Fertilizantes.
 - 3.1.4 Metales.

UNIDAD 4. MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE SUELOS.

- 4.1 Normatividad aplicable en México para los principales contaminantes en suelo.
- 4.2 Normatividad de muestreo y manejo de muestras.
- 4.3 Representatividad y validez de los parámetros de monitoreo.
- 4.4 Parámetros clave del monitoreo para una remediación.
- 4.5 Cuantificación de analitos, métodos analíticos.

UNIDAD 5. INTERACCIONES SUELO-CONTAMINANTE.

- 1.1 Transporte de contaminante en medios porosos.
- 1.2 Determinación de la extensión de la contaminación.
- 1.3 Evaluación técnico-económica de las tecnologías de remediación.
- 1.4 Fundamentos de la biodegradación.
- 1.5 Rutas y mecanismos de degradación biológica: bacterias, hongos, plantas, algas.
- 5.6 Factores que afectan la degradación de contaminantes: físicos y químicos.
 - 5.6.1. Toxicidad, persistencia, biodegradación, biodisponibilidad, biotransformación, mineralización, cometabolismo.
 - 5.6.2. Aclimatación, producción de biosurfactantes, potencial genético.

UNIDAD 6. TECNOLOGÍAS DE BIOREMEDIACION.

- 6.1 Biopila.
- 6.2 Biolabranza.
- 6.3 Composteo.
- 6.4 Bioventeo.
- 6.5 Bioestimulación.

- 6.6 Bioaumentación.
- 6.7 Reactores biológicos.
- 6.8 Atenuación natural.

UNIDAD 7. FITOREMEDIACIÓN.

- 7.1 Clasificación de la fitoremediación.
- 7.2 Elementos y aplicaciones de la fitoremediación.
- 7.3 Fitoremediación de contaminantes inorgánicos.
- 7.4 Fitoremediación de contaminantes orgánicos.
- 7.5 Consideraciones de diseño de sistemas para la fitoremediación.

UNIDAD 8. CASO DE ESTUDIO (PROYECTO FINAL).

III.EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN

MÉTODOS DE EVALUACIÓN	Examen oral y/o escrito. Proyecto final: 60% y exámen: 40%
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	Presentación de proyecto final de un caso de estudio de remediación de suelos aplicando los conceptos y tecnologías que se abordan en el curso.
CRITERIOS DE ACREDITACIÓN	Escala de evaluación 0-10. Mínima aprobatoria 8.0 Mínimo 80% de asistencia.

IV.BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS INFORMÁTICOS

BIBLIOGRAFÍA
1) Bartha, R. & Atlas, R. 1990. Ecología microbiana y microbiología ambiental. 4ta edición. Pearson, Prentice Hall. 2) Brady, N. C. & Weil, R. R. 1996. The Nature and Properties of Soils. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. 3) Crawford, R. L. & Crawford, D. L. 2005. Bioremediation: Principles and Applications (Biotechnology Research). 1ra edition. Cambridge University Press. 4) Freeze, R. A. & Cherry, J. A. 1979. Groundwater. Prentice Hall, New Jersey, USA.

- 5) Finlayson-Pitts, B. J. & Pitts, J. N. 2000. Chemistry of the upper and lower atmosphere: theory, experiments and applications. San Diego, California: Academic Press.
- 6) Hemond, H. F. & Fechner, E. J. 1994. Chemical Fate and Transport in the Environment. Academic Press.
- 7) Manahan, S. 2005. Environmental Chemistry. Eighth Edition, CRC Press. 816 p.
- 8) Rittmann, B. & McCarty, P. 2000. Environmental Biotechnology: Principles and Applications. McGraw-Hill Science.
- 9) Sawyer, C. N., McCarty, P. L. & Parkin, G. N. 1960. Chemistry for environmental engineering. 4ta edición. McGraw-Hill Inc., New York.
- 10) Seinfeld, J. H. & Pandis, S. N. 1998. Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. New York: Wiley.
- 11) Silverstein, A., & Silverstein, V. 2000. Life in a bucket of soil. Dover publications. E.U.
- 12) Tchobanoglous, G., Theisen, H. & Eliassen, R. 1994. Solids Waste: Engineering Principles and Managements Issues. Mc Grw-Hill Inc., New York.
- 13) Wise, D. L. & Trantolo, D. J. 1994. Remediation of Hazardous waste Contaminated soils. New York.

OTROS RECURSOS

- 1) APHA-AWWA-WPCF. 1992. *Standard methods of waste and wastewater*. 18th edition. Washington.
- 2) Diario Oficial de la Federación. Normas Mexicanas. Para análisis y muestreo de aire agua residuos y suelo.
- 3) Metcalf & Eddy (2003). *Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse*. 4ta edición. McGraw-Hill Inc., New York.
- 4) FAO, UNESCO, ISRIC. (1988). *Leyenda revisada del Mapa Mundial de Suelos*.
- 5) ISRIC (Centro Internacional de Referencia e Información en Suelos). (1995). *Procedimientos para análisis de suelos*. pp. 1-145. In: L.P. van Reeuwijk (Ed.) Procedures for soil Analysis. Ma. del C. Gutiérrez C., C. A. Tavarez E. y C. A. Ortiz S. Colegio de Postgraduados. Montecillo. México.
- 6) IUSS-ISRIC-FAO. (2007). *Unión Internacional de las Ciencias del Suelo*. Centro Internacional e Información de Suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. WRB: World Reference Base for Soil Resources (Base Referencial Mundial del Recurso Suelo). No. 103. FAO, Roma. 115 p.

V.PERFIL DEL FACILITADOR O FACILITADORA

Grado académico mínimo de doctorado. Experiencia probada en la materia a nivel docencia e investigación.