



Nombre de la asignatura									REMEDIACIÓN BIOLÓGICA	Clave de la asignatura
Área de formación	Docencia frente a grupo según SATCA				Trabajo de Campo Supervisado según SATCA				Carácter de la asignatura	
	HCS	HPS	TH	C	HTCS	TH	C	TC		
Integral Profesional	3	3	6	6				6	() Obligatoria	(✓) Optativa



SERIACIÓN		
Explícita		Implícita
Asignaturas antecedentes	Asignaturas subsecuentes	Conocimientos previos
		Conceptos de microbiología ambiental (características morfológicas y fisiológicas de microorganismos, ciclo de crecimiento microbiano) Nomenclatura de compuestos orgánicos Grupos funcionales y su reactividad Equilibrio químico ácido base y óxido-reducción Conceptos básicos de metabolismo microbiano Conocimientos de enzimología Conceptos básicos de biología molecular Conceptos de edafología incluyendo características de los componentes del suelo, características fisicoquímicas del suelo Conceptos de modelos de destino de contaminantes Conocimientos de estadística aplicada Conceptos de cinética química y termodinámica Manejo de las buenas prácticas de laboratorio y análisis químico ambiental Conocimiento de los métodos básicos de la química analítica (curva estándar, comparación con un estándar) Conocimientos de toxicología ambiental



PROPÓSITO DE LA ASIGNATURA	
<p>La asignatura de Remediación Biológica es una asignatura con contenido acorde a las necesidades de los profesionales de la Ingeniería Ambiental que permitirá diseñar e implementar proyectos técnicos y científicos para la remediación biológica de suelos contaminados con compuestos orgánicos, con énfasis en la comprensión de los procesos involucrados, la selección de tecnologías y operaciones unitarias, condiciones de aplicación adecuada, así como los criterios básicos de supervisión. Lo anterior con la finalidad de que el estudiante desarrollo una visión del diagnóstico, caracterización y remediación de los sitios contaminados; así como, del potencial biotecnológico de los sistemas biológicos aplicados a la resolución de problemas ambientales.</p>	
COMPETENCIAS A DESARROLLAR	
Genéricas	Específicas
<p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Resolución de problemas. Toma de decisiones. Trabajo en equipo. Habilidades de investigación.</p>	<p>Diagnosticar el grado de deterioro ambiental de un sistema para proponer programas de tratamiento y remediación con base en la normatividad relacionada a la caracterización, muestreo y análisis de la calidad ambiental. Aplicar instrumentos de gestión para cuantificar impactos y estimar riesgos basados en normas y procedimientos establecidos por la autoridad ambiental. Planear y evaluar proyectos ambientales para los procesos industriales, productivos y de servicios de acuerdo con los estudios de factibilidad técnica y financiera.</p>



UNIDAD No. 1	BIOEMEDIACIÓN Y BIODEGRADACIÓN		Horas estimadas para cada unidad
			32
CONTENIDOS			
Conceptuales	Aprendizaje esperado	Evidencias de aprendizaje	
1. Remediación de suelo: Clasificación, ventajas y desventajas	Identifica los alcances de la remediación biológica en el marco de la remediación ambiental	Síntesis escrita de lectura referente a conceptos básicos	
2. Metabolismo microbiano y procesos biológicos: Biodegradación, mineralización, humificación y cálculo de parámetros cinéticos	Comprende los principales procesos biológicos y fisicoquímicos a considerar en el desarrollo de las técnicas de remediación biológica	Cuadro comparativo de ventajas y desventajas de los métodos y sus principales Características	
3. Procesos fisicoquímicos: biodisponibilidad, sorción de compuestos orgánicos en el suelo, intemperización y secuestro de compuestos	Calcula valores de biodegradación y usa modelos cinéticos para estimación de parámetros cinéticos	Reporte de práctica con resultados sobre biodegradación y velocidades de consumo	
4. Compuestos recalcitrantes relevantes: características, destino en matrices sólidas y uso como fuente de carbono y energía	Genera cuadros comparativos de características fisicoquímicas y biodegradabilidad de diferentes compuestos y mezclas de compuestos de interés ambiental	Resolución de problemas sobre cálculos de parámetros cinéticos	



UNIDAD No. 2	TECNOLOGÍAS DE BIORREMEDIACIÓN <i>in situ</i>		Horas estimadas para cada unidad
			32
CONTENIDOS			
Conceptuales	Aprendizaje esperado	Evidencias de aprendizaje	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bioestimulación/Bioaumentación 2. Biolabranza 3. Fitorremediación 4. Atenuación natural 5. Bioventeo, burbujeo de aire 6. Casos de aplicación 	<p>Identifica los objetivos y metas de las técnicas de remediación biológica <i>in situ</i></p> <p>Comprende las etapas, y variables a controlar durante la aplicación de las técnicas de remediación biológica <i>in situ</i></p> <p>Describe los procedimientos y criterios para el diseño de pruebas de factibilidad e implementación de técnicas de remediación biológica aplicables a suelos contaminados con compuestos orgánicos</p>	<p>Análisis en aula de artículos científicos sobre implementación de técnicas de remediación biológica</p> <p>Tabla con intervalos de las variables relevantes para el control del proceso durante la remediación biológica</p> <p>Reporte de práctica de bioestimulación y bioaumentación de suelos y evaluación por respirometría</p> <p>Propuesta de proyecto de remediación de caso de estudio, incluyendo el plan de caracterización y el plan de remediación de acuerdo a la NOM-138-SEMARNAT/SS-2012</p>	



UNIDAD No. 3	TECNOLOGÍAS DE BIORREMEDIACIÓN <i>Ex situ</i>		Horas estimadas para cada unidad
CONTENIDOS			32
Conceptuales	Aprendizaje esperado	Evidencias de aprendizaje	
<p>Biopilas: diseño y construcción de bioceldas, variables a controlar, monitoreo, equipo aplicable y diferencias entre diseños</p> <p>Lavado de suelo aplicando biosurfactantes</p> <p>Biorreactores: biorremediación en fase de lodos</p> <p>Casos de aplicación</p>	<p>Identifica los objetivos y metas de las técnicas de remediación biológica <i>ex situ</i></p> <p>Comprende las etapas y variables a controlar durante la aplicación de las técnicas de remediación biológica <i>ex situ</i></p> <p>Describe los procedimientos necesarios y criterios para el diseño de unidades de tratamiento e implementación de técnicas <i>ex situ</i> de remediación biológica aplicables a suelos contaminados con compuestos orgánicos</p>	<p>Tabla con intervalos de las variables relevantes para el control del proceso durante la remediación biológica</p> <p>Reporte de práctica sobre efecto de los biosurfactantes</p> <p>Análisis escrito de caso de estudio incluyendo el plan de incluyendo el plan de remediación de acuerdo a la NOM-138-SEMARNAT/SS-2012</p>	



Metodología para la construcción del conocimiento	
Actividades de aprendizaje con el docente	Actividades de aprendizaje autónomo
<p>Resuelve ejercicios de cálculo y analiza datos de variables experimentales y su interpretación con apoyo de herramientas informáticas</p> <p>Desarrolla experimentos de laboratorio para desarrollo de competencias prácticas</p> <p>Análisis de casos de contaminación en cumplimiento con la normatividad y criterios técnico-científicos aplicables</p>	<p>Lee textos especializados acerca de las estrategias y procedimientos de aplicación de técnicas de remediación biológica y las variables relevantes</p> <p>Realiza reuniones grupales con lluvias de ideas para elaborar informes de prácticas con análisis de resultados y conclusiones acordes a la experimentación y dando contexto de la literatura conocida relevante de fuentes confiables</p> <p>Elabora proyectos de remediación incluyendo toma de decisiones en casos de estudio-ejemplo.</p>
Contenidos procedimentales	Contenidos actitudinales
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Identificar las fuentes de información primaria y complementaria útil para la comprensión de los conceptos relevantes</i> • <i>Elaborar tablas comparativas y gráficas sobre variables relevantes y su influencia en los procesos</i> • <i>Desarrollar análisis y obtener conclusiones del diagnóstico de la problemática ambiental y plantear soluciones acordes a las necesidades de cada caso</i> 	<p>Actitud analítica y sentido crítico</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Interés por la aplicación del método científico</p> <p>Sentido creativo y de investigación</p> <p>Fundamenta sus propuestas y argumenta sus planteamientos desde un punto de vista científico</p> <p>Se responsabiliza por sus compromisos académicos</p>



Evidencias de desempeño		
Acreditación	Evaluación	Calificación
<ul style="list-style-type: none">Se acreditará el curso con base en el reglamento escolar vigente	<ul style="list-style-type: none">Se evaluará el curso al término de cada unidadSe evaluará el dominio de los conocimientos de forma escritaSe evaluará el dominio de los conocimientos de forma oralSe evaluará el desempeño en el laboratorio	<p>40 % Exámenes escritos 20% Reportes de prácticas 10 % Mapas conceptuales y tablas comparativos 30 % Problemas y casos de estudio resueltos</p>



FUENTES DE APOYO Y CONSULTA

BÁSICA

- Atlas R. y Bartha R. 2002. Ecología microbiana y microbiología ambiental. Ed. Pearson Education. Madrid.
- Alexander, M. 1994. Biodegradation and bioremediation. 2da ed. Ed. Academic Press, New York.
- Levin, M. y Gealt, M. A. 1997. Biotratamiento de residuos tóxicos y peligrosos. Ed. McGraw Hill. España.
- LaGrega M. D., Buckingham P.L., Evans, J. C. 1996. Gestión de residuos tóxicos Vol. II. Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos, Ed. Paul, E. A., and Clark, F. E. . 1996. Soil Microbiology and Biochemistry, Ed. Academic Press, San Diego. Clasificación: QR111 P375 1996.
- Gutiérrez-Rojas M. 2000. Increasing Bioavailability of recalcitrant Molecules in Contaminated Soils. In: Environmental Biotechnology and Cleaner Bioprocesses. Sánchez, G. Hernandez E. and Olguin E. J. (Eds). Ed. Taylor and Francis, London.
- Saval, S. 2000. Bioremediation: Clean-up Biotechnologies for soils and aquifers. In: Environmental Biotechnology and Cleaner Bioprocesses. Sánchez, G. Hernandez E. and Olguin E. J. (Eds). Ed. Taylor and Francis, London.
- Volke, T. S. y Velasco, T. J. A. 2002. Tecnologías de remediación para suelos. SEMARNAT, Mexico.

COMPLEMENTARIA

- Brock, T. 2004. Biología de los microorganismos. Eds. Madigan, T.M, Martinko, J. M. y Parker, A., Ed. Prentice-Hall. Madrid.
- Atlas, R. M. y Cerniglia, C. E. 1995. Bioremediation of petroleum pollutants. BioScience. 45:5:332-337.
- Madsen, E. L. 1998. Epistemology of environmental microbiology. Environmental Science Techonlogy. 32: 429-439.
- Iturbe-Argüelles, R. Flores-Torres, C. Chávez-López C. y Roldán-Martín, A. 2002. Saneamiento de suelos contaminados con hidrocarburos mediante biopilas. Ingeniería. Investigación y Tecnología III.1, 25-35.
- Röling W. F. M., and van Verseveld, H. W. 2002. Natural attenuation: What does the surface have in store?. Biodegradation. 13: 53-64
- Korda, A. Santas, P. Tenete, A. y Santas, R. Petroleum hydrocarbon bioremediation: sampling and analytical techniques, in situ treatments and commercial microorganism currently used. Applied Microbiology and Biotechnology. 48: 677-686.
- Applied Bioremediation and Phytoremediation (Soil Biology) (Hardcover); by Ajay Singh (Editor), Owen P. Ward (Editor)



RESPONSABLE DEL DISEÑO	
Elaborado por	<i>Ildefonso J. Díaz Ramírez Erika Escalante Espinosa</i>
Fecha actualización	<i>20 de diciembre de 2016</i>