



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA  
PROGRAMA DE ACTIVIDAD ACADÉMICA



Nombre de la Asignatura: **T.S. CIENCIAS AMBIENTALES: PROCESOS DE BIORREMEDIACIÓN MICROBIANA**

Clave:	Semestre (s): 2019-2	Campo de Conocimiento: I Geofísica de la Tierra Sólida ( ) II Exploración, Aguas Subterráneas, Modelación y Percepción Remota ( ) III Geología ( ) IV Ciencias Ambientales y Riesgos ( X ) V Ciencias Atmosféricas, Espaciales y Planetarias. ( )	No. Créditos: <b>8</b>
<b>Carácter: Optativa</b>		<b>Horas</b>	<b>Horas por semana</b>
Tipo: <b>Teórico-Práctica</b>		<b>Teoría:</b> 64 h	<b>Práctica:</b> 0 h
Modalidad: <b>Curso</b>		Duración del programa: <b>Semestral</b>	

**Seriación:** Sin seriación ( X ) Obligatoria ( ) Indicativa ( )

Actividad académica antecedente: *No es requerida*

Actividad académica subsecuente: *No es requerida*

**OBJETIVO GENERAL:**

Conocer y entender los mecanismos detrás de los procesos de biorremediación microbiana, los factores fisicoquímicos que la regulan y las técnicas de biorremediación más empleadas en campo. Al finalizar el curso, el estudiante podrá valorar las diferentes técnicas y tomar decisiones sobre las estrategias más adecuadas para un sitio contaminado.

**Índice Temático**

Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	<b>Principios de Biogeoquímica Microbiana</b>	20	0
2	<b>Contaminación en el antropoceno</b>	20	0
3	<b>Técnicas de biorremediación</b>	20	0
Total de horas:		60	0
Suma total de horas:		60	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y Subtemas
1	<b>Unidad 1. Principios de Biogeoquímica Microbiana</b> 1.1 Características de los sistemas eucarióticos y procarióticos 1.2 Procesos celulares para la generación de energía y bioenergética 1.3 Mecanismos asimilatorios y no asimilatorios 1.4 Procesos biogeoquímicos, obtención y ciclaje de nutrientes (C, N, P, etc) 1.5 Procesos de sorción, quelación, bioprecipitación, bioacumulación, etc 1.6 Procesos de detoxificación y transformación

2	<p><b>Unidad 2. Contaminación en el antropoceno</b></p> <p>2.1 Contaminantes, definición, tipos y clasificaciones</p> <p>2.2 Historia de la Biotecnología Ambiental</p> <p>2.3 Contaminación en sistemas acuáticos</p> <p>2.4 Contaminación en sistemas terrestres</p> <p>2.5 Contaminación en sistemas atmosféricos</p> <p>2.6 Afecciones a los ciclos biogeoquímicos en el antropoceno</p>
3	<p><b>Unidad 3. Técnicas de biorremediación</b></p> <p>3.1 Factores que afectan la biorremediación</p> <p>3.1.1 Dependientes al sustrato: labilidad, reactividad, solubilidad, biodisponibilidad, toxicidad, concentración.</p> <p>3.1.2 Ambientales: humedad, potencial redox, potencial iónico, disponibilidad de nutrientes y aceptores electrónicos, inhibidores.</p> <p>3.1.3 Microbiológicos: microorganismos presentes, cinética de crecimiento, inducción enzimática.</p> <p>3.2 Ecología y evolución de las comunidades microbianas en sistemas contaminados</p> <p>3.2.1 Crecimiento, enriquecimiento, competencia,</p> <p>3.2.2 Presencia y desarrollo de rutas de degradación.</p> <p>3.2.3 Transferencia horizontal de genes, mutación y evolución proteínica.</p> <p>3.3 Técnicas de Biorremediación</p> <p>3.3.1: En el sitio (in situ): atenuación natural, bioestimulación, bioaumentación (organismos genéticamente modificados y cepas aisladas), bioaspersión, bioventeo, fitorremediación (rizodegradación), bioslurping.</p> <p>3.3.2: Ex situ: biolabranza, composteo, biopilas, biorreactores.</p>

#### **Bibliografía Básica:**

Bitton G (2011) Wastewater microbiology. Hoboken, New Jersey, Wiley-Liss.

Brock TD (1994) Biology of microorganisms. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall.

Ehrlich HL (2002) Geomicrobiology. New York, M. Dekker.

Knoll AH, Canfield DE, Konhauser K (2012) Fundamentals of geobiology. Chichester, West Sussex, Wiley-Blackwell.

Singh SN, Tripathi RD (2007) Environmental bioremediation technologies. Berlin, Heidelberg, Springer Verlag, 2007.

Singh A, Ward OP (2004) Applied bioremediation and phytoremediation. Berlin, Springer Verlag.

Okafor N (2007) Modern industrial microbiology and biotechnology. Enfield, New Hampshire, Science.

#### **Bibliografía Complementaria:**

Al-Khalid T, El-Naas MH (2012) Aerobic Biodegradation of Phenols: A Comprehensive Review. Critical Reviews in Environmental Science and Technology 42:1631. doi: 10.1080/10643389.2011.569872

Ali N, Sorkhoh N, Salamah S, et al (2012) The potential of epiphytic hydrocarbon-utilizing bacteria on legume leaves for attenuation of atmospheric hydrocarbon pollutants. Journal of Environmental Management 93:113–120. doi: 10.1016/j.jenvman.2011.08.014

Allison SD, Martiny JBH (2008) Resistance, resilience, and redundancy in microbial communities. P Natl Acad Sci Usa 105:11512–11519. doi: 10.1073/pnas.0801925105

Buesseler KO, Jayne SR, Fisher NS, et al (2012) Fukushima-derived radionuclides in the ocean and biota off Japan. P Natl Acad Sci Usa 109:5984–5988.

Canfield DE, Glazer AN, Falkowski PG (2010) The Evolution and Future of Earth's Nitrogen Cycle. Science 330:192–196. doi: 10.1126/science.1186120

Das S, Dash HR (2014) 1. Microbial Bioremediation: A Potential Tool for Restoration of Contaminated Areas. Elsevier Inc.

Dojka MA, Hugenholtz P, Haack SK, Pace NR (1998) Microbial diversity in a hydrocarbon- and chlorinated-solvent-contaminated aquifer undergoing intrinsic bioremediation. Applied and Environmental Microbiology 64:3869–3877.

Duce RA, LaRoche J, Altieri K, et al (2008) Impacts of atmospheric anthropogenic nitrogen on the open ocean. Science 320:893–897. doi: 10.1126/science.1150369

- Fenner K, Canonica S, Wackett LP, Elsner M (2013) Evaluating pesticide degradation in the environment: blind spots and emerging opportunities. *Science* 341:752–758. doi: 10.1126/science.1236281
- Gerhardt KE, Huang X-D, Glick BR, Greenberg BM (2009) Phytoremediation and rhizoremediation of organic soil contaminants: Potential and challenges. *Plant Science* 176:20–30. doi: 10.1016/j.plantsci.2008.09.014
- Griffiths BS, Philippot L (2013) Insights into the resistance and resilience of the soil microbial community. *FEMS microbiology reviews* 37:112–129. doi: 10.1111/j.1574-6976.2012.00343.x
- Kirschke S, Bousquet P, Ciais P, et al (2013) Three decades of global methane sources and sinks. *Nature Publishing Group* 6:813–823. doi: 10.1038/ngeo1955
- Leson G, Winer AM (1991) Biofiltration: An Innovative Air Pollution Control Technology For VOC Emissions. *Journal of the Air & Waste Management Association* 41:1045–1054. doi: 10.1080/10473289.1991.10466898
- Nikel PI, Silva-Rocha R, Benedetti I, de Lorenzo V (2014) The private life of environmental bacteria: pollutant biodegradation at the single cell level. *Environ Microbiol* 16:628–642. doi: 10.1111/1462-2920.12360
- Niu H, Leung DY (2010) A review on the removal of nitrogen oxides from polluted flow by bioreactors. *Environ Rev* 18:175–189. doi: 10.1139/A10-007
- Rabaey K, Verstraete W (2005) Microbial fuel cells: novel biotechnology for energy generation. *Trends in Biotechnology* 23:291–298.
- Siemens J, Huschek G, Siebe C, Kaupenjohann M (2008) Concentrations and mobility of human pharmaceuticals in the world's largest wastewater irrigation system, Mexico City–Mezquital Valley. *Water Research* 42:2124–2134. doi: 10.1016/j.watres.2007.11.019
- Sitte J, Löffler S, Burkhardt E-M, et al (2015) Metals other than uranium affected microbial community composition in a historical uranium-mining site. *Env Sci Poll Res Int* 22:19326–19341. doi: 10.1007/s11356-015-4791-1
- Smith MB, Rocha AM, Smillie CS, et al (2015) Natural Bacterial Communities Serve as Quantitative Geochemical Biosensors. *MBio* 6:e00326–15–13. doi: 10.1128/mBio.00326-15
- Torsvik V (2002) Prokaryotic Diversity--Magnitude, Dynamics, and Controlling Factors. *Science* 296:1064–1066. doi: 10.1126/science.1071698
- Udikovic-Kolic N, Scott C, Martin-Laurent F (2012) Evolution of atrazine-degrading capabilities in the environment. *Appl Microbiol Biotechnol* 96:1175–1189. doi: 10.1007/s00253-012-4495-0
- Udikovic-Kolic N, Wichmann F, Broderick NA, Handelsman J (2014) Bloom of resident antibiotic-resistant bacteria in soil following manure fertilization. *P Natl Acad Sci Usa* 111:15202–15207. doi: 10.1073/pnas.1409836111
- van der Meer JR (2006) Environmental pollution promotes selection of microbial degradation pathways. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4:35–42. doi: 10.1890/1540-9295(2006)004[0035:EPPSOM]2.0.CO;2
- Weyens N, van der Lelie D, Taghavi S, Vangronsveld J (2009b) Phytoremediation: plant–endophyte partnerships take the challenge. *Current opinion in biotechnology* 20:248–254. doi: 10.1016/j.copbio.2009.02.012

#### Sugerencias didácticas:

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( X )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Ejercicios fuera del aula	( )
Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( )
Trabajo de Investigación	( )
Prácticas de taller o laboratorio	( )
Prácticas de campo	( )

#### Mecanismos de evaluación de aprendizaje de los alumnos:

Exámenes Parciales	( X )
Examen final escrito	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Exposición de seminarios por los alumnos	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia	( X )
Seminario	( X )
Otras: Tareas, seminarios, reportes de prácticas, exámenes parciales, examen final.	( )

#### Línea de investigación:

Ambiental y Biorremediación.