

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de asignatura:	Biorremediación de aguas
Carrera:	Ingeniería Ambiental
Clave de la Asignatura:	BIM-1601
(Créditos) SATCA ¹ :	2-4-6

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

La contaminación es un problema mundial que genera graves afectaciones tanto a los ecosistemas como a los seres vivos, estas alteraciones consisten en la modificación de los ecosistemas, afectando desde el clima, ciclos biogeoquímicos y pérdida de interacciones biológicas, hasta la muerte de poblaciones tanto vegetales como animales e incluso el desarrollo de enfermedades como: neumonía, asma, dengue o incluso cáncer. Por lo que la identificación de los agentes contaminantes es fundamental para la mitigación y erradicación de dichos problemas.

En los sistemas hídricos, la contaminación resulta un problema urgente a resolver para nuestro entorno, debido a que cada vez tenemos menor acceso al agua potable y la demanda sobre este recurso es mayor.

Debido a la gran diversidad del metabolismo microbiano, se tiene la posibilidad de eliminar desde materia orgánica hasta metales pesados de los sistemas acuáticos; por lo que el uso de microorganismos ofrece un gran campo de acción para aminorar dicha contaminación.

La asignatura de microbiología aplicada provee las herramientas adecuadas para el muestreo, manipulación y degradación de distintos agentes contaminantes; lo que es indispensable en el quehacer profesional del Ingeniero Ambiental. Además de identificar la problemática ambiental, en materia de agua, se desarrollará en los estudiantes la capacidad para proponer y desarrollar soluciones sustentables y con sentido ético, que favorezcan el bienestar de su entorno.

Esta materia presenta relación con distintas asignaturas como: Ecología, Biología, Gestión Ambiental I y II, sin embargo, se ha tomado como fundamentos las materias de microbiología, toxicología ambiental y potabilización del agua, analizando aquellos contenidos que tienen una mayor aplicación en el campo profesional del egresado.

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

Intención didáctica.

La asignatura de Biorremediación en esta orientada para la especialidad de la carrera de Ingeniería Ambiental y se organiza en tres unidades, aumentando la complejidad conforme el paso de las mismas.

La primera unidad aborda generalidades de los sistemas hídricos, su importancia social, económica y política así como su importancia ecológica.

En la segunda unidad se estudian las características generales de la biorremediación, sus tipos y aplicaciones. Esto nos permitirá integrar conceptos y aplicaciones de los microorganismos para su posterior uso.

En la tercera unidad se analizan los diferentes microorganismos presentes en los sistemas hídricos, la variedad del metabolismo microbiano y las diferentes técnicas y medios para aislar y purificar especies de microorganismos.

En la cuarta unidad se aplican los conocimientos de las unidades anteriores inoculando las cepas aisladas a muestras contaminadas realizando biorremediación a pequeña escala que permitan extrapolar resultados a nivel industrial. De la misma forma, se analizarán la morfología, fisiología y ecología de los microorganismos remediadores.

De forma adicional, con el fin de complementar el conocimiento de los alumnos, se sugieren actividades integradoras que permitan el fortalecimiento de la investigación, la escritura, el trabajo en equipo y de técnicas para la identificación y aislamiento microbiano. Del mismo modo, se refuerzan procesos intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por tal motivo, las actividades de cada una de las unidades son de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas:	Competencias genéricas
• Aplicar conocimientos ecológicos, de clasificación biológica y de normatividad para diferenciar agentes contaminantes presentes en los diversos sistemas acuáticos.	<u>Competencias instrumentales:</u> • Capacidades cognitivas, la capacidad de comprender y manipular ideas y pensamientos. • Capacidades metodológicas para manipular el ambiente: ser capaz de organizar el tiempo y las estrategias para el aprendizaje, tomar decisiones o resolver problemas. • Destrezas lingüísticas tales como la comunicación oral y escrita o conocimientos de una segunda lengua. • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de organizar y planificar

	• Conocimientos básicos de la carrera • Comunicación oral y escrita en su propia lengua • Conocimiento de una segunda lengua • Habilidades de gestión de información(habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas • Solución de problemas • Toma de decisiones. <u>Competencias interpersonales:</u> • Destrezas sociales relacionadas con las habilidades interpersonales. • Capacidad de trabajar en equipo o la expresión de compromiso social o ético. • Capacidad crítica y autocrítica • Trabajo en equipo • Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas • Compromiso ético • <u>Competencias sistémicas:</u> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica • Habilidades de investigación • Capacidad de aprender • Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) • Habilidad para trabajar en forma autónoma • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos • Iniciativa y espíritu emprendedor • Preocupación por la calidad • Búsqueda del logro
--	--

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero. Diciembre 2013 Enero de 2014.	• Abel Cayetano Rodrigo • Carlos Peralta Olmedo • Edgar A. Zepeda Sánchez • Erika Grissell Escalante Martínez	Desarrollo de las materias para formar la especialidad.

	• Greys Vega Flores • Javier Lara de Paz • Jorge Carlos Hernández García • María Elena Pahua Ramos • Marilú González Fernández • Nemorio Ortega Hernández • Pablo Galeote García	
Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero. Julio 2014	• Abel Cayetano Rodrigo • Carlos Peralta Olmedo • Erika Grissell Escalante Martínez • Greys Vega Flores • Marilú González Fernández • Pablo Galeote García	Revisión de las materias para formar la especialidad.
Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero. Enero 2015	• Abel Cayetano Rodrigo • Carlos Peralta Olmedo • Erika Grissell Escalante Martínez • Greys Vega Flores • Marilú González Fernández • Pablo Galeote García	Revisión y presentación del programa de especialidad.
Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero. Junio 2015	• Carlos Peralta Olmedo • Erika Grissell Escalante Martínez • Marilú González Fernández • Pablo Galeote García • Rosa María del Carmen Gómez Pérez	Consolidación del programa de especialidad.

5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

- Aplicar conocimientos de ecología, microbiología, clasificación biológica y normatividad que permitan diferenciar y eliminar agentes contaminantes presentes en los diversos sistemas acuáticos.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Aplicar métodos y técnicas de cultivo microbiológico.
- Manejo de equipos e instrumentos de laboratorio.
- Identificación y diferenciación de los distintos géneros y especies de microorganismos, así como su organización celular.
- Interpretar resultados analíticos con referencia a criterios establecidos.
- Manejar herramientas y técnicas de expresión escrita para que escriban y reporten resultados
- Conocer y aplicar los parámetros vigentes en calidad de agua.

- Comprender textos científicos en inglés.
- Manejar y aplicar técnicas en parámetros fisicoquímicos del agua.
- Conocimiento y aplicación de técnicas de potabilización de agua.
- Manejar y aplicar fundamentos de bioquímica de microorganismos.

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
Unidad 1	El agua y su importancia socio-cultural	1.1 Importancia ecológica, económica y social del agua 1.1.1 Impacto ecológico 1.1.2 Impacto económico 1.1.3 Impacto social y político 1.2 Clasificación de los ecosistemas acuáticos 1.2.1 El ciclo del agua y su importancia ecológica 1.2.2 Principales características de los sistemas acuáticos 1.2.3 Normatividad vigente en materia de agua 1.3 Ecología microbiana acuática 1.4 Interacciones ecológicas acuáticas
Unidad 2	Biorremediación	2.1 El concepto de biorremediación. 2.1.1 Importancia de la biorremediación 2.1.2 Biorremediación en la biotecnología 2.1.3 Biorremediación en la conservación 2.2 Tipos de biorremediación 2.3 Aplicaciones de biorremediación 2.3.1 Atenuación natural 2.3.2 Bioestimulación 2.3.3 Bioaugmentación 2.3.4 Biosurfactantes 2.3.5 Cometabolismo
Unidad 3	Vida microbiana	3.1 Vida microbiana acuática 3.1.1 Principales características de los Hongos, bacterias, protozoos y algas acuáticas. 3.2 Aislamiento, identificación y clasificación los diferentes microorganismos presentes en ambientes acuáticos. 3.3 Metabolismo microbiano.
Unidad 4	Microbiología aplicada	4.1 Empleo de microorganismos en el

		restablecimiento de ecosistemas 4.2 Diferenciar los microorganismos contaminantes. 4.2.1 Morfología 4.2.2 Fisiología 4.2.3 Ecología
--	--	---

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.
- Propiciar la planeación y organización del proceso de investigación sobre organismos acuáticos.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminen hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.
- Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, de trabajo en equipo.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una ingeniería con enfoque sustentable.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura se hará con base en el siguiente desempeño:

- Entrega de ensayos
- Reporte de prácticas de campo y de laboratorio
- Elaboración de reporte final y presentación del mismo

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: El agua y su importancia socio-cultural

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
• Comprender el papel del agua como ente transformador de las relaciones sociales; así como su papel dentro de los ecosistemas.	• Investigar en periódicos o artículos de divulgación, problemáticas sociales, económicas y políticas en torno al agua. • Discutir en grupos la información encontrada y realizar un ensayo de forma individual. • Investigar en artículos científicos la importancia del agua dentro de los diferentes ecosistemas, enfocándose en la ¿Cómo el agua es aprovechada por los diferentes organismos para sobrevivir? • Discutir en forma grupal la información encontrada y realizar un ensayo anexando la información del ensayo anterior. • Investigar la normatividad vigente en agua y entregar un reporte escrito sobre los puntos más relevantes del mismo. • Realizar una práctica de laboratorio para preparar medios de cultivo. • Realizar una práctica de campo en distintos cuerpos de agua y realizar un muestreo en cada uno de ellos.

Unidad 2: Biorremediación

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
• Comprender de forma amplia e integral la tecnología de la biorremediación, sus tipos, aplicaciones e importancia.	• Realizar una línea del tiempo con los principales aportes desde los orígenes de la biorremediación, hasta los avances actuales, enfatizando los modelos biológicos utilizados. • Realizar un cuadro en el que se ubiquen las especies, características biológicas y bioquímicas, así como los procesos biológicos con los que la especie es apta para un tratamiento de biorremediación, tanto con fines de conservación, producción, limpieza o aplicación biotecnológica. • Realizar un resumen de los diferentes tipos de

	biorremediación.
--	------------------

Unidad 3: Vida microbiana

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Reconocer la diversidad de microorganismos presentes en sistemas acuáticos y analizar los distintos tipos de metabolismo microbiano.	- Realizar una práctica de campo para observar y diferenciar los organismos presentes en cada muestra. - Investigar particularidades del área muestreada y agregar la información a su ensayo. - Efectuar una práctica de campo para cultivar bacterias. - Preparar infusiones para el aislamiento de protozoarios, hongos y algas. - En una práctica de laboratorio, aislar los microorganismos por especies para separar aquellos organismos biorremediadores. - Identificar los microorganismos a nivel de género y especie y anexar dicha diferenciación a su trabajo escrito. - Investigar en libros y artículos científicos los diferentes tipos de metabolismo microcelular y elaborar un cuadro comparativo.

Unidad 4: Microbiología aplicada

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Identificar y emplear distintos microorganismos para la remediación de sistemas acuáticos.	- Realizar un nuevo muestro en diferentes cuerpos de agua. - Identificar, mediante observación al microscopio, los agentes contaminantes del agua. - Investigar particularidades de los agentes contaminantes encontrados y anexar la información encontrada al ensayo. - Inocular de las cepas puras (cepas con organismos biorremediadores) a las diferentes muestras. - Monitorear el cultivo, con observaciones al microscopio, mínimo dos veces a la semana y anotar lo encontrado.

	• Elaborar una gráfica de lo encontrado y anexarla al reporte escrito. • Completar su reporte escrito con información sobre los organismos biorremediadores y su importancia. • Presentar en forma oral y escrita su proyecto final.
--	--

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

- Atlas, R.M., Bartha, R. 2002. Ecología microbiana y Microbiología ambiental. Madrid: Pearson Educación.
- Brock: Madigan et al. 2003. Biología de los microorganismos. (10ª edición). Ed. Pearson-Prentice-Hall, Madrid
- Herrera, T. y Ulloa, M. 2004. El reino de los Hongos. Micología básica y aplicada. Fondo de Cultura Económica-UNAM. México.
- Pepper, I. R. y Gerba, C. P. 2004. Environmental Microbiology: A Laboratory Manual. Massachusetts, USA. Elsevier, Ed.
- Mitchel, R. y Ji-Dong GU. 2010. Environmental Microbiology. USA. Wiley-Blackwell, Ed.
- Aladro, L. Ma. Antonieta. 2006. Principales clasificaciones de los protozoos. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.,
- Martínez, P. J. A., Gutiérrez, M, E. y Varona, G. D. E. 2006. Protozoología, aspectos morfofuncionales. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. México, D.F.

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS:

- Muestreo de diferentes sistemas acuáticos
- Cultivo de microorganismos
- Identificación de microorganismos acuáticos
- Aislamiento de microorganismos
- Remediación de agua utilizando microorganismos