



Programa de la asignatura:

# Biorremediación



Información general de la  
asignatura



DCSBA



BIOTECNOLOGÍA



# Información general de la asignatura

Nombre de la asignatura	Semestre	Bloque	Módulo
Biorremediación	Séptimo	2	4

## Claves de la asignatura

BBRN

## Clasificación de horas

Nombre	Horas por semestre
Horas con docente	64
Horas de estudio independiente	40
Horas presenciales	0
Total de horas de estudio	104

  

Créditos SATCA	
Créditos por asignatura	6



## Índice

Presentación .....	3
Problema prototípico .....	5
Competencias a desarrollar .....	6
Propósitos .....	7
Temario .....	8
Metodología de trabajo .....	10
Evaluación .....	13
Fuentes de consulta .....	15



## Presentación



El desarrollo industrial y el incremento en la población durante el último siglo han provocado un aumento en la presencia de contaminantes en suelos, agua y aire, siendo una de las mayores preocupaciones actuales que junto con la creación de leyes ambientales han impulsado el desarrollo y la utilización de diferentes métodos y tecnologías para reducir los efectos de la contaminación. Esta tradicionalmente se ha tratado de solucionar mediante procesos físicos y químicos. Sin embargo, éstos pueden resultar muy costosos o parcialmente efectivos, una alternativa viable económica y amigable con el ambiente, es el uso de métodos biológicos (biorremediación), en los cuales los contaminantes son destruidos o transformados y, generalmente, no requieren tratamientos adicionales. A pesar de que no todos los contaminantes son biodegradables, los procesos de biorremediación se han empleado con éxito en aguas, suelos, lodos y sedimentos contaminados con hidrocarburos, solventes, explosivos, pesticidas y metales pesados.

La asignatura de Biorremediación se implementa en el séptimo semestre de la carrera de Biotecnología y se relaciona ampliamente con las asignaturas de: Bioquímica, Fisicoquímica, Biología molecular I y II, Microbiología y Taxonomía microbiana, Genética molecular bacteriana; así como Ingeniería de biorreactores I y II; pues éstas son la base para la comprensión de los procesos de biorremediación. La asignatura pretende que el estudiante adquiera las habilidades para la identificación y la solución de problemas ambientales, a



partir de identificar los procesos relacionados con la biorremediación, mediante la implementación de distintas estrategias, que emplean tanto microorganismos como diferentes especies vegetales. Se revisarán los principales grupos de contaminantes que afectan al medio ambiente y el surgimiento histórico del uso de las técnicas de descontaminación desde la perspectiva biológica. También, se estudiarán los procesos de Biorremediación ex situ e in situ que existen; así como los agentes susceptibles de ser tratados. Adicionalmente, se analizarán los mecanismos que poseen los microorganismos y plantas para realizar dichos procesos. Dentro del marco de aplicación de la Biorremediación se revisarán los principales grupos contaminantes englobados en: hidrocarburos, metales pesados, pesticidas, plaguicidas, herbicidas, etcétera, mediante la revisión de casos particulares donde se apliquen estrategias biológicas para solucionar diferentes problemas de contaminación.

Para lograr lo anterior, el contenido del curso se ha distribuido en tres unidades de aprendizaje: en la primera, se abordarán los aspectos generales de la biorremediación; así como los diversos tipos de residuos presentes en suelos y aguas contaminadas. La unidad 2 está enfocada en las características metabólicas de distintos organismos empleados en procesos de recuperación de ambientes contaminados y la última unidad ofrecerá una visión acerca de los distintos tipos de biorremediación haciendo un énfasis especial en el proceso de fitorremediación, con el fin de seleccionar y diseñar una estrategia de biorremediación.



## Problema prototípico



A nivel mundial se generan desperdicios, la mayoría de ellos no se degradan o lo hacen lentamente, lo que provoca su acumulación en el ambiente. En lugares donde no existe control sobre la emisión y el tratamiento de los desechos, es posible encontrar una amplia variedad de contaminantes, por ejemplo, refrigerantes, disolventes, plaguicidas, plásticos y detergentes. El problema principal de estos compuestos deriva de su resistencia a la degradación, por lo cual se acumulan y persisten en el ambiente ocasionando daños en la salud de los seres vivos, incluyendo al ser humano. Debido al incremento en la concentración de agentes tóxicos en el ambiente es necesario desarrollar estrategias para disminuir la contaminación ambiental. ¿Cuál es la estrategia de biorremediación más adecuada para ser aplicada en tu comunidad?



## Competencias a desarrollar



### Competencia general

**Diseñar** una estrategia de biorremediación, para recuperar ambientes contaminados, mediante el análisis metabólico de microorganismos y plantas.

### Competencias específicas

#### Unidad 1

**Distinguir** los fundamentos teóricos de la biorremediación, para identificar el ambiente contaminado que se puede recuperar, mediante la revisión de sus características.

#### Unidad 2

**Diferenciar** las características metabólicas de microorganismos y plantas, para seleccionar aquellos que pueden ser empleados en la recuperación de un ambiente contaminado, mediante la identificación de los mecanismos de detoxificación.

#### Unidad 3

**Diseñar** una estrategia de biorremediación, para recuperar ambientes alterados por contaminantes, mediante la distinción de las técnicas de biorremediación.



## Propósitos



1

- **Identificar** las características de la biorremediación a partir de sus antecedentes.
- **Diferenciar** los fundamentos teóricos de la biorremediación.
- **Clasificar** los tipos de contaminantes ambientales.

2

- **Identificar** los microorganismos involucrados en procesos de biorremediación
- **Distinguir** las características de las plantas utilizadas en la fitorremediación
- **Identificar** los principales mecanismos de detoxificación que poseen microorganismos y plantas

3

- **Distinguir** las estrategias de biorremediación
- **Analizar** los procesos de biorremediación *in situ*
- **Analizar** los procesos de biorremediación *ex situ*
- **Identificar** el proceso de fitorremediación y sus alcances
- **Diseñar** una estrategia de biorremediación para recuperar un ambiente contaminado



## Temario

### 1. Introducción a la biorremediación

- 1.1 Revisión histórica
  - 1.1.1 Antecedentes históricos de la biorremediación
  - 1.1.2 Definición de biorremediación
  - 1.1.3 Factores que inciden en el proceso de biorremediación
  - 1.1.4 Ventajas de los métodos biológicos sobre los tradicionales (físicos y químicos)
  
- 1.2 Fundamentos teóricos de la biorremediación
  - 1.2.1 Biodegradación
  - 1.2.2 Biotransformación
  - 1.2.3 Bioaumentación
  
- 1.3 Ambientes contaminados
  - 1.3.1 Tipos de contaminantes
  - 1.3.2 Contaminación de aguas
  - 1.3.3 Contaminación de suelos

### 2. Organismos implicados en procesos de biorremediación.

- 2.1 Bacterias y algas
  - 2.1.1 Importancia de la diversidad microbiana en la biorremediación
  - 2.1.2 Metabolismo aerobio
  - 2.1.3 Metabolismo anaerobio
  - 2.1.4 Mecanismos de tolerancia y detoxificación de contaminantes
  
- 2.2 Hongos y levaduras
  - 2.2.1 Importancia de los hongos y levaduras en la biorremediación
  - 2.2.2 Metabolismo
  - 2.2.3 Mecanismos de tolerancia y detoxificación de contaminantes
  
- 2.3 Plantas
  - 2.3.1 Las plantas y su aplicación en la biorremediación
  - 2.3.2 Mecanismos de tolerancia y detoxificación de contaminantes

### 3. Estrategias de biorremediación

- 3.1 Biorremediación *in situ*



- 3.1.1 Bioestimulación
- 3.1.2 Atenuación natural
- 3.1.3 Bioventeo

### 3.2 Biorremediación *ex situ*

- 3.2.1 Biorreactores
- 3.2.2 Composteo
- 3.2.3 Labranza
- 3.2.4 Biopilas
- 3.2.5 La falsa Biorremediación: pérdida abiótica de contaminantes.

### 3.3 Fitorremediación

- 3.3.1 Tipos de remediación mediante el empleo de plantas
- 3.3.2 Alcances de la Fitorremediación



## Metodología de trabajo



A continuación, se describe la metodología de trabajo y se dan los lineamientos generales bajo los cuales se trabajará la asignatura.

La metodología de enseñanza y evaluación será el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), así como la realización de prácticas teóricas y ejercicios, enfatizando la necesidad de la participación y cumplimiento del estudiante de forma ordenada y coordinada con el docente en línea para el logro de las competencias establecidas en la asignatura.

El uso del Aprendizaje Basado en Problemas, la realización de prácticas teóricas y ejercicios le permitirán al estudiante adquirir habilidades y conocimientos que propicien aprendizajes significativos que le permitan enfrentar situaciones de su entorno en un contexto real, aplicando el conocimiento y conceptos que se van obteniendo a lo largo de la asignatura, además de propiciar el interés por el desarrollo sustentable de su medio y la preservación de los recursos naturales.

Durante el semestre se realizarán diversas actividades cuya finalidad es reforzar y aplicar los conocimientos revisados a lo largo del curso, lo cual le permitirá desarrollar las competencias señaladas en el programa. Es importante que las prácticas y ejercicios se realicen en su totalidad y en el momento señalado para que los estudiantes puedan evaluar sus avances o deficiencias con respecto a los temas indicados.

A lo largo del curso se trabajará con problemas prototípicos, mismos que serán orientados por el docente en línea.



### Foro de dudas y consultas



En él podrás plasmar todas las inquietudes y cuestionamientos que te vayan surgiendo al momento de consultar los contenidos nucleares (materiales por unidad), así como al realizar las actividades y evidencia de aprendizaje. Tu docente en línea también podrá realizarte un diagnóstico de todos los conocimientos, relacionados con la asignatura, con los que cuentas, o bien, organizar equipos de trabajo si se requiere realizar una actividad en equipo con tus compañeros(as).

### Planeación didáctica del docente en línea y avisos



Este espacio fue diseñado para que el docente en línea pueda plasmar y comunicar tanto las actividades determinadas para esta asignatura como las complementarias; éstas últimas te aportarán elementos para alcanzar la competencia específica, es decir, tu objetivo por unidad.

Es importante mencionar que deberás estar al pendiente de este espacio, porque el docente en línea puede comunicarse contigo y atender contingencias o problemáticas que vayan surgiendo en el semestre. Asimismo, te comunicará el diseño de cada una de las actividades que contribuirán a tu aprendizaje y asignar fechas de entrega, y que finalmente autogestiones tú tiempo requerido para esta asignatura, otra de las funciones de este espacio es que también te puede enviar material extra de consulta.

### Autoreflexiones



Por otro lado, cuentas con la actividad Autorreflexiones, misma que podrás realizar mediante dos herramientas en el aula, un foro de consulta y una tarea. El docente en línea te formulará preguntas detonadoras en el foro para generarte una reflexión respecto a lo revisado en cada unidad, reflexión que podrás plasmar a través de un documento que, a su vez, podrás subir en la herramienta de tarea con el mismo nombre.



### Asignación a cargo del docente en línea



Asimismo, cuentas con la pestaña de Asignación a cargo del docente en línea, en la cual podrás encontrar, debidamente configuradas, herramientas de tareas, cuyo número corresponderá al número de unidades determinadas por esta asignatura. En estas herramientas deberás subir las respuestas de las actividades complementarias determinadas y comunicadas por tu docente en línea mediante el foro de Planeación didáctica del docente en línea y avisos, y te permitirán abarcar conocimientos y habilidades para alcanzar las competencias establecidas en la asignatura.

### Contenidos nucleares



Por último, no olvides consultar los contenidos nucleares que fueron seleccionados, determinados y desarrollados por un equipo docente para cada unidad, ya que estos contenidos nucleares son el conocimiento mínimo que debes aprender para poder realizar las actividades mencionadas anteriormente y así concluir con éxito la asignatura. ¡No dejes de hacerlo!



## Evaluación



Para acreditar la asignatura se espera la participación responsable y activa del estudiante, contando con el acompañamiento y comunicación estrecha con su docente en línea, quien a través de la retroalimentación permanente evaluará de manera objetiva su desempeño.

En este contexto, la retroalimentación permanente es fundamental para promover el aprendizaje significativo y reconocer el esfuerzo. Es requisito indispensable la entrega oportuna de cada una de las tareas, actividades y evidencias, así como la participación en foros y demás actividades programadas en cada una de las unidades y conforme a las indicaciones dadas. Las rúbricas establecidas para cada actividad contienen los criterios y lineamientos para realizarlas, por lo que es importante que el (la) estudiante las revise antes de elaborar sus actividades.

Para este semestre, la evaluación se hará con base en las siguientes categorías:

### **Foro de presentación y dudas**

En este espacio el grupo se integrará, se resolverán las dudas respecto a la asignatura y su evaluación.

### **Planeación didáctica del docente en línea**

La planeación didáctica del docente en línea muestra de forma organizada, y en un solo momento, el diseño de las actividades e intervenciones que realizará el docente durante el desarrollo del curso en cada una de las unidades temáticas.

### **Foro holístico**

En este espacio se espera que socialices y desarrolles tu objeto de investigación bajo el eje de problema prototípico, apoyándote en el contenido, así como en los recursos que se proponen.



### Producto del foro holístico

Será el docente en línea quien diseñe los criterios generales del documento a entregar, el cual derivará de las ideas fuerza detectadas en el Foro holístico.

### Evidencia de aprendizaje – EA

Dentro de la Planeación didáctica el docente en línea explicará la delimitación del problema prototípico y describirá, de forma general, sobre qué tratará la Evidencia de aprendizaje; así como el problema que se abordará. El docente proporcionará las instrucciones precisas sobre el formato en que entregará dicho documento.

### Autorreflexiones

En este espacio el docente es libre de proponer una actividad con el propósito de cubrir aquellos puntos que requieran de mayor profundidad. Es posible que se lancen algunas preguntas detonadoras o alguna actividad complementaria.

A continuación, se presenta el esquema general de evaluación.

Esquema de evaluación		
Evaluación continua	Actividades colaborativas	10 %
	Actividades individuales	30 %
E-portafolio	Evidencia de aprendizaje	40 %
	Autorreflexiones	10 %
Asignación a cargo del docente	Instrumentos y técnicas de evaluación propuestas por el docente en línea	10 %
<b>CALIFICACIÓN FINAL</b>		<b>100 %</b>



## Fuentes de consulta



### Bibliografía básica

- Alarcón, A., & Ferrera-Cerrato, R. (2013). Biorremediación de suelos y aguas: contaminadas con compuestos orgánicos e inorgánicos. (1ª edición). México: Trillas. 333 pp. ISBN- 9786071716170
- Barrios San Martín, Y. (2012). Empleo de la biorremediación en el saneamiento de ecosistemas marinos. (1ª edición). España: Académica Española. 60 pp. ISBN-3845486759/9783845486758
- Calixto Flores, R., Herrera Reyes, L., & Hernández Guzmán, Verónica. D. (2012). Ecología y medio ambiente con enfoque en competencias. (1ª edición). México: Cengage Learning. 139-187pp. ISBN-6074817200/9786074817201
- Castillo, F., Roldan, M., Blasco, P., Huertas, M., Caballero, F., Moreno, C. & Luque, M. (2005). Biotecnología ambiental. (1ª edición). Madrid: Tébar. 616 pp. ISBN-9788473602112
- Hariyo, D. (2013). Fitorremediación de suelos contaminados con fenantreno. (1ª edición). España: Académica Española. 52 pp. ISBN-3659073024/9783659073021
- Sánchez, J. (2011). Biorremediación: estrategias contra la contaminación ambiental. (1ª edición). México: LibrosEnRed. 169 pp. Recuperado de <http://www.librosenred.com/libros/biorremediacionestrategiascontralacontaminacionambiental.html>
- Toledo Lucas, Francisca L. (2013). Caracterización de bacterias para la descontaminación de hidrocarburos. (1ª edición). España: Académica Española. 196 pp. ISBN-9783659048845



### **Bases de datos electrónicas**

Bioremediation Discussion Group. Recuperado de  
<http://www.bioremediationgroup.org/>  
CL:AIRE (2007-2012). Recuperado de: <http://www.claire.co.uk/>  
Genome News Network (2000-2004). Recuperado de:  
<http://www.genomenewsnetwork.org/>

### **Recursos multimedia**

Biorremediación NTS-6 (Diciembre 2010). Recuperado de:  
<http://www.youtube.com/watch?v=psxjo-nbulw>  
Planta de biorremediación de suelos contaminados (Diciembre 2010).  
Recuperado de: <http://www.youtube.com/watch?v=MVaVWVU0nlk>  
Biorremediación de hidrocarburos-Sidera virus (Noviembre 2013). Recuperado  
de: <http://www.youtube.com/watch?v=UWyNYQIkyIY>  
Biorremediación in situ, U de Santiago, FUNDBIO (Diciembre 2012). Recuperado  
de: <http://www.youtube.com/watch?v=p5g3a0hbxlo>  
Enfermedad minamata e itai itai (Marzo 2009). Recuperado de:  
<http://www.youtube.com/watch?v=BuwUliw44ZQ&list=PLC7463FDE67F82813>