



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**Formamos seres humanos para una cultura de paz**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**Escuela Profesional de Biología**  
**Semestre 2017 – I**

**SILABO**

**I. DATOS GENERALES**

|                         |  |
|-------------------------|--|
| 1.1. Asignatura         | : <b>Taller de Biotecnología Ambiental</b> |
| 1.2. Código             | : CB-1065                                  |
| 1.3. Semestre Académico | : X  |
| 1.4. Créditos           | : 3  |
| 1.5. Naturaleza         | : Taller                                   |
| 1.6. Horas              | : 6  |
| 1.7. Condición          | : Obligatorio                              |
| 1.8. Requisito          | : CB-0964                                  |
| 1.9. Disciplina         | : Biotecnología y Genética                 |
| 1.10. Profesor          | : Ph.D. Mauro M. Quiñones Aguilar.         |
| 1.11. Correo            | : mauro.quinonesa@urp.pe                   |

**II. SUMILLA.**

Es un taller de la Disciplina de Biotecnología. Tiene como objetivo que el alumno conozca, maneje y aplique los fundamentos básicos de la biotecnología al análisis y detección de los principales indicadores de la contaminación ambiental; fortalecer sus habilidades y destrezas en la aplicación, adaptación, optimización, desarrollo y dominio en el manejo de nuevas tecnologías ambientales en proyectos modelo que involucren temas relacionadas al desarrollo de procesos biotecnológicos que permitan eliminar o disminuir los problemas de contaminación por compuestos tóxicos orgánicos e inorgánicos, transformar y aprovechar integralmente los desechos orgánicos generados por diferentes industrias y agroindustrias.

Para cumplir con el objetivo planteado, el taller comprende 4 unidades temáticas de aprendizaje:

- I. Fundamentos básicos, metodologías y elementos de la Biotecnología ambiental.
- II. Desechos orgánicos, agroindustriales y Biotransformación
- III. Suelos contaminados, Biorremediación y biominería
- IV. Agua, aire contaminadas y vertidos industriales

**III. ASPECTOS DEL PERFIL PROFESIONAL QUE APOYA EL TALLER**

Identifica, valora y conserva el medio ambiente con criterio integral y sostenible utilizando métodos e instrumentos adecuados.

Transforma desechos orgánicos e inorgánicos utilizando organismos vivos, en estricto apego a las normas y principios de la bioseguridad.

Realiza investigación básica y aplicada en el área de ciencias ambientales y difunde los resultados de sus investigaciones y el estado del arte a diferentes sectores de la sociedad.

Desarrolla y propone soluciones alternativas a los problemas derivados del manejo de recursos biológicos, el deterioro ambiental y la incorporación de nuevas tecnologías y sus derivados al mundo biológico.

Tiene una actitud respetuosa hacia la herencia cultural, hacia el ambiente y hacia las generaciones futuras, considerando al hombre como parte de la naturaleza y no como su dueño.

Adquiere responsabilidad social para poner sus conocimientos al servicio del bien común y no de intereses particulares.

#### IV. COMPETENCIAS DEL TALLER

Conoce los fundamentos básicos de la Biotecnología Ambiental; obtiene y utiliza la información científica, tecnológica en la formulación de proyectos de investigación básica y aplicada, para dar solución a problemas ambientales ocasionados por la minería, agroindustria, energética y la sociedad; ejecuta e interpreta los resultados obtenidos; elabora informe estructurado y presenta como un trabajo científico y en forma de comunicación oral.

Aplica metodologías y técnicas de biorremediación basados en el uso de microorganismos, plantas, algas y hongos para restaurar los ecosistemas contaminados, en el marco del postulado de conservación y aprovechamiento sostenido del ambiente y utiliza los desechos orgánicos e inorgánicos para la obtención de productos de alto económico en mejora de la calidad de vida.

#### V. UNIDADES DE APRENDIZAJE

##### UNIDAD 1: FUNDAMENTOS BÁSICOS, METODOLOGÍAS Y ELEMENTOS DE LA BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL.

**Logros de aprendizaje:** Comprende que la contaminación ambiental es producto de la actividad humana como la minería, agroindustria, energética y la sociedad. Analiza en profundidad artículos científicos y utiliza la información para formular proyectos biotecnológicos en la solución de problemas ambientales.

| Tema   | Actividad  |
|--|--|
| <b>Semana 1.</b><br>Introducción al taller. Conceptos básicos de biotecnología ambiental. Aspectos históricos. Misión y visión. Pautas generales para la formulación, ejecución del proyecto y redacción del informe estructurado. | Eligen al delegado del taller, forman grupos de trabajo de 3 alumnos y entre ellos eligen al jefe del taller.<br>Analizan el silabo y discuten temas del taller planteados en el silabo.<br>Seleccionan los desechos orgánicos o inorgánicos – productos de la agroindustria, industria y domésticos para biotransformar.  |
| <b>Semana 2.</b><br>Preparación y entrega de los artículos científicos, plantilla para la revisión a fondo, estrategia para leer y guía para llenar el formato.<br>Evaluación de los resultados, por grupo e individual.           | <b>Taller. Análisis de un Artículo Científico sobre los temas:</b><br><ol style="list-style-type: none"><li>1. Biotransformación de desechos agroindustriales.</li><li>2. Biorremediación de suelos contaminados con sustancias xenobioticos.</li><li>3. Bioinsecticidas y/o biofertilizantes.</li><li>4. Organismos genéticamente modificados.</li></ol> Cada grupo de trabajo recibe un artículo científico relacionados con los temas propuestos, revisan y elaboran un informe grupal e individual, de acuerdo a la plantilla establecida, utilizando la estrategia para leer artículos y guía para llenar la plantilla, hacen presentación en forma oral. |
| <b>Lecturas selectas</b>   | Empleo de las enzimas fúngicas para la degradación de xenobióticos.<br>Potencial for reduced methane and carbon dioxide emissions from livestock an pasture management in the tropics.<br>Next Generation biofuels.  |
| <b>Técnicas Didácticas a Emplear</b>   | Lectura, análisis, discusión grupal síntesis. Redacción del informe y presentación oral.   |
| <b>Equipos y Materiales</b>  | Artículos científicos, plumón pizarra acrílica, plantilla para revisión, estrategia para leer artículos y guía para llenar el formato.   |

## UNIDAD 2: RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS AGROINDUSTRIALES Y LA BIOTRANSFORMACIÓN

### Logros de aprendizaje:

Analiza, comprende y reconoce que los residuos orgánicos agroindustriales e industriales contaminan el ambiente y emiten el gas de efecto invernadero aumentando el calentamiento global.

Aplican los métodos de biotransformación de residuos sólidos agroindustriales en productos de alto valor económico, utilizando organismos vivos.

| Tema   | Actividad  |
|--|--|
| <p><b>Semana 3.</b><br/>Aspectos generales de la Contaminación Ambiental: Tipos de contaminantes. Impactos sobre el ambiente terrestre, acuático, la atmósfera, la salud humana e impacto del desarrollo industrial sobre el medio ambiente. Revisión del proyecto por grupos.</p>   | <p><b>Talleres: Biotransformación de Residuos Agroindustriales u otros</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biotransformación de residuos domésticos en fertilizante orgánico.</li> <li>2. Transformación de desechos de langostino en biopolímero (quitosano).</li> <li>3. Biotransformación de residuos de la industria pesquera o de otras.</li> </ol> <p>Análisis del estado del arte, sobre biotransformación de desechos orgánicos contaminantes del ambiente.<br/>Formulación del proyecto, revisión y ejecución de acuerdo a las pautas establecidas.</p>   |
| <p><b>Semana 4.</b><br/>Manejo de residuos sólidos. Problemática de residuos sólidos agroindustriales. Alternativas de manejo y tratamiento. Aplicaciones exitosas.</p>  | <p>Diseño experimental. Adaptación del sistema de biotransformación elegido, acorde al desecho contaminante.</p>   |
| <p><b>Semana 5.</b><br/>Biotransformación de residuos orgánicos: Introducción. Sistemas de biotransformación de residuos agroindustriales y domésticos. Asesoramiento en la ejecución del proyecto.</p>  | <p>Recolectan los residuos orgánicos agroindustriales o domésticos.<br/>Establecimiento del experimento o taller de biotransformación en condiciones del invernadero y/o laboratorio.</p>  |
| <p><b>Semana 6</b><br/>Fertilizantes orgánicos y biofertilizantes. Tipos de biofertilizantes y su importancia. Abonos orgánicos en la agricultura moderna. Ventajas y desventajas en la producción orgánica.</p>   | <p><b>Seguimiento del experimento:</b> Observación, determinan los parámetros como temperatura, pH, humedad, microorganismos que intervienen en las diferentes etapas (mezófila, termófila y maduración) de biotransformación.</p>   |
| <p><b>Semana 7</b><br/>Biopolímeros: Introducción a los biopolímeros y sus aplicaciones en la medicina, elaboración de alimentos, industria de plásticos y en la ingeniería de tejidos. Evaluación del informe y presentación oral. Selección de los mejores trabajos para la presentación en un evento científico y/o publicación en una revista de divulgación científica.</p> | <p>Determinación de la calidad del producto obtenido.<br/>Elaboración y/o redacción del informe estructurado como un trabajo científico y presentación en forma de comunicación oral.</p>  |
| <p><b>Lecturas selectas</b></p>  | <p><b>Francisco Aramburu Ordozgití 2003.</b> Medio ambiente y Educación. Ed. Síntesis Educación, Madrid – España.<br/><b>La Contaminación del Medio Ambiente</b><br/><a href="http://www.monografias.com/trabajos/contamamb/contamamb.shtml">http://www.monografias.com/trabajos/contamamb/contamamb.shtml</a><br/><b>Contaminación del Medio Ambiente:</b><br/>Ecología. Actividad humana. Agua contaminada. Monóxido de carbono. Ley de bases. Agentes infecciosos. Industrias. Prevención<br/><a href="http://html.rincondelvago.com/contaminacion-del-medio-ambiente.html">http://html.rincondelvago.com/contaminacion-del-medio-ambiente.html</a></p> |

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>Técnicas Didácticas a Emplear</b> | Método de Proyectos: Exposición oral. Análisis de casos, Descripción. Ejemplificación, formulación de proyecto. Experimentación.                                 |
| <b>Equipos y Materiales</b>          | Balanza no analítica, pH-metro, termómetro, cocina eléctrica, baño maría, material de vidrio y reactivos químicos, bidones de plástico, Residuos orgánicos, etc. |

### UNIDAD 3. SUELOS CONTAMINADOS, BIORREMEDIACIÓN Y BIOMINERÍA

#### Logros de aprendizaje:

Conoce, comprende y reconoce que la contaminación del suelo es causado por, sustancias xenobioticos, metales pesados aplicados en forma de insecticidas en la agricultura y por relaves mineras.

Aplica los métodos de biorremediación en suelos contaminados en mejora de la calidad del ambiente, utilizando organismos vivos. Desarrolla las bioinsecticidas y/o bioplaguicidas y biofertilizantes para la agricultura.

| <b>Tema</b>   | <b>Actividad</b>  |
|---|---|
| <p><b>Semana 8.</b><br/>Introducción a la contaminación de tierras de cultivo, propiedades físicas y químicas del suelo, metales pesados, análisis de normas internacionales sobre niveles permisibles del contenido de sustancias tóxicas (metales pesados y xenobioticos) en productos de agro exportación. Introducción a biominería (lixiviación bacteriana) y sus aplicaciones en la industria minera.<br/>Revisión del proyecto</p> | <p><b>Taller: Biorremediación de suelos contaminados.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fitorremediación de suelos contaminados con metales pesados Hidrocarburos o sustancias xenobióticos.</li> <li>2. Desarrollo de bio-insecticidas y bio –larbidas en mejora y conservación del ambiente.</li> <li>3. Aislamiento e identificación de microorganismos de uso en biorremediación.</li> <li>4. Desarrollo de biofertilizantes en mejora y conservación del ambiente.</li> </ol> <p>Análisis del estado del arte, sobre biorremediación de suelos contaminados con metales pesados.</p> |
| <p><b>Semana 9.</b><br/>Introducción a la Biorremediación. Fundamentos básicos, tipos y sistemas de biorremediación. Uso de microorganismos tipos de microorganismos usados en la biorremdiación.</p>   | <p>Formulación del proyecto, revisión y levantamiento de las observaciones de acuerdo a las pautas establecidas.</p>  |
| <p><b>Semana 10.</b><br/>Introducción a biopesticidas y/o bioplaguicidas (Bioinsecticidas y biolarbidas), <i>Bacillus turengensis</i>, <i>Beauveria bassiana</i> y sus aplicaciones en la agricultura moderna</p>   | <p>Diseño y/o adaptación de tecnologías de biorremediación, desarrollo de bioinsecticidas o de biofertilizantes.</p>  |
| <p><b>Semana 11.</b><br/>Introducción a biofertilizantes, tipos: azotobactrin, nitrobacterin y fosfobacterin.</p>   | <p>Seguimiento del experimento (observación, muestreo, análisis) recuperación de datos del experimento.</p>   |
| <p><b>Semana 12.</b><br/>Introducción a la biominería, Bioexiviación, tipos, rol de las biominerías en la conservación del ambiente</p>   | <p>Análisis e interpretan de los resultados obtenidos en el experimento.<br/>Elaboración del informe estructurado como un trabajo científico y presentación en forma de comunicación oral.</p>  |
| <p><b>Lecturas selectas</b></p>   | <p><b>Sistemas de tratamientos de residuos sólidos petrolizados</b><br/><a href="http://www.monografias.com/trabajos19/residuos-petrolizados/residuos-petrolizados.shtml">http://www.monografias.com/trabajos19/residuos-petrolizados/residuos-petrolizados.shtml</a><br/><b>Leonel Vega Mora 2001.</b> Gestión Ambiental Sistémica. Ed. SIGMA Ltda. Colombia.<br/><b>Biorremediación de Suelos Contaminados con Hidrocarburos Utilizando Bacterias Antárticas Sicrotolerantes</b><br/><a href="http://www.dna.gov.ar/CIENCIA/SANTAR04/CD">http://www.dna.gov.ar/CIENCIA/SANTAR04/CD</a></p>              |

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
|                                      | <a href="#">/PDF/206BH.PDF</a><br><b>Investigaciones Ambientales</b><br><a href="http://www.uaem.mx/ceib/lab/invamb.htm">http://www.uaem.mx/ceib/lab/invamb.htm</a><br><b>Bacillus thuringiensis: Una alternativa biotecnológica a los insecticidas</b><br><a href="http://hosting.udlap.mx/profesores/miguela.mendez/alephzero/archivo/historico/az29/stebaliz.html">http://hosting.udlap.mx/profesores/miguela.mendez/alephzero/archivo/historico/az29/stebaliz.html</a> |
| <b>Técnicas Didácticas a Emplear</b> | Método de Proyectos: Exposición oral. Análisis de casos, Descripción. Ejemplificación, formulación de proyecto. Experimentación.   |
| <b>Equipos y Materiales</b>          | Balanza, autoclave, reactivos químicos, material de vidrio, embases de plástico, etc.  |

#### UNIDAD 4. AGUA, AIRE CONTAMINADO Y VERTIDOS INDUSTRIALES.

##### Logros de aprendizaje:

Conoce, maneja y aplica las metodologías y técnicas, tanto de producción de biocombustibles como de biorremediación, en mejora de la calidad de aire y agua, desarrollando en un proyecto modelo a nivel laboratorio, para impulsar el “Mecanismo del Desarrollo Limpio” en el Perú.

| Tema  | Actividad  |
|---|--|
| <p><b>Semana 13.</b><br/> Fitorremediación para la recuperación de suelos: Fitoextracción, fitoestabilización, fitoinmovilización, fitovolatilización, fitodegradación, rizofiltración. ficorremediación. Micorremediación y sus aplicaciones en mejora de calidad ambiental.<br/> Introducción a compuestos xenobióticos, Microorganismos que metabolizan los hidrocarburos, depuración aerobia de los vertidos o aguas residuales, una nueva vida para los pozos de petróleo agotado.<br/> Uso de organismos genéticamente modificados, fundamentos básicos del desarrollo limpio y/o sostenido</p> | <p><b>Talleres N° 4: Biotratamiento del agua (vertidos industriales) y aire contaminado - lucha del efecto invernadero.</b><br/> <b>Investigación formativa</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biorremediación del agua contaminada con Hidrocarburos o metales pesados xenobióticos.</li> <li>2. Desarrollo del biodiesel a partir de productos: aceite usado, grasa animal, microalgas entre otros.</li> <li>3. Desarrollo de Bioetanol a partir de raíces tuberosas (papa, yuca, camote, etc.).</li> <li>4. Aislamiento, selección de microorganismos que degradan los hidrocarburos fósiles.</li> </ol> <p>Formulación del Proyecto: Revisan y recopilan la información científica para el taller elegido. De acuerdo con las pautas establecidas en dos talleres anteriores.</p> |
| <p><b>Semana 14.</b><br/> Introducción a los biocombustibles, crisis energética o crisis de gobernanza, causas y efectos de la producción de agrobiocombustibles sobre la soberanía alimentaria y los productores, cultivos energéticos, impactos internacionales que origina la expansión continua de la producción de bioetanol en los EE.UU.</p>   | <p>Levantar las observaciones del profesor, sustentan en forma oral para su aprobación y ejecución del proyecto.<br/> Preparan los medios de cultivo para cultivo de microorganismos o microalgas (ficorremediación), suplementados con hidrocarburo, metales pesados xenobióticos, entre otros.<br/> Adaptan los materiales y equipos necesarios para el experimento. Preparan y transforman la materia prima en biodiesel, bioetanol y biogás.</p>   |
| <p><b>Semana 15.</b><br/> Producción más limpia: Que es y cómo aprovecharla, como estimular la adopción de la P.L.<br/> Beneficios Financieros del Mecanismo de Desarrollo Limpio en Proyectos de Biocombustibles.</p>  | <p><b>Seguimiento del experimento.</b> Observan, determinan los parámetros tecnológicos y recolectan datos tecnológicos.</p>   |
| <p><b>Semana 16.</b><br/> Energías Renovables, Biocombustibles y Medio Ambiente. Balance de la Biomasa con fines energéticos en el Perú<br/> CANOLA: Una fuente Alternativa de</p>  | <p>Analizan e interpretan los resultados obtenidos en los talleres<br/> Elabora y/o redactan el informe estructurado como un trabajo científico y presentan en forma de comunicación oral.</p>   |

|   |  |
|---|--|
| energía. Análisis de las diferentes opciones, ventajas, barreras y desventajas, para la promoción de la producción y uso de biodiésel en el Perú, tanto a pequeña, como a mediana y gran escala. Palma Aceitera – Oportunidades en Biodiesel. Jatropha curcas y su potencial como planta energética.<br>Demandas Tecnológicas para hacer eficiente y sostenible la producción de biocombustibles en el Perú.<br>Evaluación de los resultados y presentación oral. | <b>Investigación formativa:</b> Desarrollo de biocombustibles  |
| <b>Semana 17</b>  | <b>Evaluación final</b>  |
| <b>Lecturas selectas</b>  | <b>Avances en Biotecnología Ambiental:</b><br>Tratamiento de Residuos Líquidos y sólidos<br><a href="http://www.euv.cl/archivos_pdf/concurso3/fbiotecnología.pdf">http://www.euv.cl/archivos_pdf/concurso3/fbiotecnología.pdf</a><br><b><u>Biominería, una alternativa para mejorar el ambiente.</u></b><br><a href="http://www.comunicarseweb.com.ar/biblioteca/tendencias/biomineria.html">http://www.comunicarseweb.com.ar/biblioteca/tendencias/biomineria.html</a><br><b>Hitos en la Evolución de la Industria en el Mundo Biominería.</b><br><a href="http://www.innovamineria.cl/contenidos.phtml?sección=38contenido=253">http://www.innovamineria.cl/contenidos.phtml?sección=38contenido=253</a> |
| <b>Técnicas Didácticas a Emplear</b>  | Método de Proyectos: Exposición oral. Análisis de casos, Descripción. Ejemplificación, formulación de proyecto. Experimentación.   |
| <b>Equipos y Materiales</b>   | Prensa hidráulica, balanza, pH. Metro, termómetro, cocina eléctrica o baño María, reactivos, material de vidrio, material biológico, etc.  |

## VI. VINCULACION CON LA INVESTIGACIÓN, EXTENSIÓN UNIVERSITARIA Y/O PROYECCIÓN SOCIAL

Los estudiantes desarrollan los talleres en forma experimental, en grupos de tres o cuatro alumnos, sus resultados de la investigación son presentados en eventos científico o publicado en una revista de divulgación científica.

## VII. EVALUACION

La asistencia al taller y a las revisiones de los proyectos es obligatoria. La inasistencia por razones de la salud (enfermedad), solo serán justificadas mediante el certificado médico, mismo será presentado a la dirección de la EP. de Biología; quien lo remitirá al profesor responsable del taller. El alumno con 30% de inasistencia desaprobara el taller (Art. 53 del Estatuto Universitario). La asistencia se tomara en cuenta usando el formato del aula virtual y hojas por parte del delegado del taller.

El Taller contempla una **evaluación permanente** y se rige por los criterios establecidos en el cuadro 1 de Sistema de evaluaciones.

**Cuadro 1: Sistema de evaluación**

| Indicadores de evaluación   | Puntaje<br>0 - 20 | Porcentaje<br>(%) | Criterios de evaluación  |
|---|-------------------|-------------------|--|
| Asistencia y puntualidad  | 1                 | 5%                | Cero inasistencia 1 punto<br>2 inasistencias 0.5 puntos<br>< de 2 inasistencias 0 puntos   |
| Participación activa en el desarrollo de las clases de teoría.  | 1                 | 5%                | El taller exige que el alumno participe activamente en la clase; preguntando y respondiendo a preguntas básicas relacionadas al tema.  |
| Evaluación oral sobre las clases de teoría.   | 4                 | 20%               | Preguntas sobre competencias conceptuales del taller.  |
| <b>PROYECTO</b>   |                   |                   |  |
| Calidad en la formulación del proyecto.   | 3                 | 5%                | Identificación y planteamiento correcto del problema, justificación, hipótesis, objetivos, análisis del estado del arte del proyecto, etc.   |
| Creatividad para la adaptación o modificación de metodologías, técnicas o protocolos de investigación.                                  | 2                 | 10%               | El taller busca la creatividad y/o autenticidad del alumno y evitar la repetición de metodologías ya conocidas.  |
| Calidad de redacción de los informes e interpretación de los resultados obtenidos en c/u de los talleres.                               | 3                 | 15%               | Uso de términos científico – tecnológicos, análisis e interpretación correcta de los resultados, discusión, conclusión y recomendación.  |
| Presentación y sustentación oportuna, tanto de los proyectos como los informes en c/u de los talleres.                                  | 4                 | 20%               | Dominio del tema, capacidad de síntesis, presentación del power point, respuesta correctas a las preguntas, presentación personal y estado psicológico.                                      |
| Presentación oral o en panel de sus resultados en eventos científicos (EXPOBIOL) y/o publicación en revistas de divulgación científica. | 2                 | 10%               | Elaboración de la presentación de acuerdo a las normas establecidas por los organizadores del evento, dominio del tema en la presentación y calidad de análisis de los resultados (cuadros). |

El promedio final de aprobación del taller se obtiene utilizando la siguiente fórmula:

$$PF = \frac{T1 + T2 + T3 + T4}{4}$$

Donde: **PF** = promedio final: T1 = promedio del taller 1; T2 = Promedio del taller 2; T3 = Promedio del taller 3 y T4 = Promedio del taller 4.

La escala de notas es vigesimal, el taller se aprueba con la nota 11. La fracción mayor o igual a 0.5 se computa como una unidad a favor del alumno, esto es sólo para el caso del promedio de la nota final.

**Nota.** El taller no contempla los exámenes parciales, finales ni sustitutorios. La evaluación del mismo se basa en los aspectos contemplados en el cuadro de evaluaciones.

#### VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

1. **Carmen Bautista Parejo, Luis Mecati Granado 2000.** Guía Práctica de la Gestión Ambiental Ed. Mundi – Prensa Madrid – España.
2. **Reinhard Renneberg 2008.** Biotecnología para principiantes: Ed. Reverté S.A. Barcelona. España.

3. **Carmen Orozco B. Antonio Pérez S. Nieves González D. Francisco J. Rodríguez V. José M. Alfayate B. 2008.** Contaminación Ambiental. Una visión desde la Química: Ed. Paraninfo, S.A. Madrid – España.
4. **Thomas G. Spiro, William M. Stigliani 2004.** Química Medioambiental 2da edición Ed. Person Prentice Hall, Madrid – España.
5. **McEldowney, S. Hardman, D. J. and Waite, 2003.** Pollution: ecology and Biotreatment Longman, Scientific and Technical, Harlow, UK
6. **Albert Sason 2006.** Plant and Agricultural biotechnology. Ed. Ciencia y tecnología de nueva visión UNESCO
7. **J. Glynn Henry y Gary W. Heinke 1996.** Ingeniería Ambiental, 2a Ed. Editorial Prentice Hall Hispano Americano. Mexico.
8. **David Hunt, Catherine Johnson 1999.** Sistemas de Gestión Medioambiental: principios y práctica: Ed. NOMOS S.A. Colombia.
9. **Boyajian G. E. and Carreira L. H. 1997.** Phytoremediation: a clean transition from laboratory to marketplace. Nature Biotechnolgy. 15, 127 -128.
10. **Glass D.J., Raphael T. Valo, Rand Van Eyk 1995** Growing international markets and oportunitis in Biorremediation. Gent. Eng. News, 15, 6-9
11. **Kareiva, P. and Stara J .1994.** Enviromental risks in agricultural biotechnology, chemistry & industry, january. 52 -55
12. **Tebbutt, T. H. Y. 1998.** Principles of Water quality control, 5th edition. Pergamon Press, Oxford.