

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la Asignatura:	Biotecnología Ambiental I
Carrera:	Ingeniería Ambiental
Clave de la Asignatura:	SCD-1301
SATCA ¹ :	2 – 3 – 5

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la Asignatura:

La biotecnología contribuye al mantenimiento de la biodiversidad mediante el desarrollo de distintas herramientas para analizar:

- En primer lugar el desarrollo de la diversidad de los ecosistemas lo que permite realizar un seguimiento de la aparición o desaparición de las especies.
- En segundo lugar desarrollo de procesos para conservar los genomas en bancos o colecciones de organismos vivos o en forma de ADN.
- En tercer lugar desarrollar las técnicas de clonación que pueden ser muy útiles para la recuperación de especies en peligro de extinción.

En sentido literal los procesos de recombinación que se realizan mediante técnicas ingeniera genética, contribuyen a incrementar la biodiversidad en la misma medida que lo hacen los procesos naturales de recombinación.

Los problemas ambientales se originan generalmente porque se planifica el desarrollo económico-social sin tomar en cuenta el impacto en el medio ambiente.

La investigación y el desarrollo de procesos adecuados para la conservación del medio ambiente, ya sea en el tratamiento de residuos sólidos, líquidos, o gaseosos, han aportado soluciones tecnológicamente posibles a un costo relativamente bajo.

En la vida cotidiana siempre se han asociado los microorganismos con contaminación y enfermedades sin embargo existe una gran cantidad de microorganismos beneficiosos, que dada su gran versatilidad y su adecuada manipulación biotecnológica pueden solucionar los graves problemas de contaminación existentes hoy en día. Una de las técnicas de biotecnología enfocada a la preservación del medio ambiente, al encargarse de remediar zonas contaminadas es la biorremediación.

La biorremediación consiste en el uso de microorganismos, en enzimas, hongos o plantas especializados capaces de degradar desechos peligrosos para remover contaminantes orgánicos, inorgánicos y gaseosos del medio ambiente.

A partir de la modificación genética en los microorganismos, es posible incrementar su capacidad de degradación de los contaminantes. Para la remediación de suelos, atmosfera y agua se requiere que exista una biodisponibilidad, este término se refiere al grado de accesibilidad de un compuesto para ser asimilado por los seres vivos.

En la biotecnología de remediación son usados los OGM (organismo genéticamente modificado), que pueden ser una bacteria, moho, hongo, levadura, algas, plantas, insectos, animales superiores, que han sido modificados para producir un compuesto de interés o para llevar a cabo un procesos o acción determinados, o potenciarlos. En los procesos de biorremediación, los OGM han sido modificados para transformar o degradar un contaminante. Son diseñados también para descontaminar distintos ecosistemas. Un proceso de biotecnología con aplicaciones futuras es la biolixiviación, a través de este proceso es la biorremediación de residuos mineros en tajos a cielo abierto, drenajes ácidos de minas, tratamiento de purificación en minas de carbón.

Intención Didáctica:

A partir de la modificación genética en los microorganismos, es posible incrementar su capacidad de degradación de los contaminantes. Para la remediación de suelos, atmosfera y agua se requiere que exista una biodisponibilidad, este término se refiere al grado de accesibilidad de un compuesto para ser asimilado por los seres vivos.

En la primera unidad se abordaran tópicos generales de la biotecnología tales como su definición, características de sus herramientas de apoyo, así como se establece su campo de especialización. Se abordan a los microorganismos como agentes biotecnológicos en el medio ambiente y la aplicación de tecnología transgénica en plantas y animales. La ingeniería genética (proceso de transferir ADN de un organismo a otro) aporta grandes beneficios a la agricultura a través de la manipulación genética de microorganismos, plantas y animales.

La segunda unidad se analiza el metabolismo energético, técnicas de cultivo de células, cultivo de tejidos, conservación y congelación de células.

En la tercera unidad se desarrollaran cultivo histotípico, producción de proteínas en bacterias, así como la conservación in vitro.

En la cuarta y última unidad se aplicaran las técnicas biotecnológicas para la transformación de plantas y desarrollo de animales transgénicos.

Con las técnicas de la biotecnología moderna, es posible producir más rápidamente que antes, nuevas variedades de plantas con características mejoradas, produciendo en mayores cantidades, con tolerancia a condiciones adversas, resistencia a herbicidas específicos, control de plagas, cultivo durante todo el año. Problemas de enfermedades y control de malezas ahora pueden ser tratados genéticamente en vez de con químicos.

En definitiva, la biotecnología puede ser utilizada para evaluar el estado de los ecosistemas, transformar contaminantes en sustancias no tóxicas, generar materiales biodegradables a partir de recursos renovables y desarrollar procesos de manufactura y manejo de desechos ambientalmente seguros.

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencia específica	Competencias Genéricas
<ul style="list-style-type: none">• Dominar la terminología básica de la Biología Molecular y la Genética para aprender a expresar los conceptos y describir correctamente las actividades de desarrollo tecnológico y los componentes encargados de llevarlas a cabo.• Entender y asimilar los conceptos y terminología específica de la Biotecnología.• Conocer las herramientas y aplicaciones de la Ingeniería Genética actual.• Facilitar su aislamiento, propagación y conservación.• Conocer comprender y aplicar las técnicas utilizadas habitualmente en la biotecnología y su aplicación en los ecosistemas, procesos diversos e industria.	<p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none">• Habilidades básicas de manejo de computadora.• Trabajos con instrumentos y equipo de laboratorio relacionando algunos temas de la materia.• Capacidad de análisis y síntesis.• Capacidad para planificar y organizar el tiempo.• Habilidades para la comunicación oral y escrita.• Habilidad para buscar, procesar y analizar información de diversas fuentes.• Habilidad para la solución de problemas.• Capacidad para la toma de decisiones. <p>Competencias interpersonales</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad crítica y autocrítica.• Discusión en grupo de los temas del curso de acuerdo a propuestas establecidas por el titular.• Habilidades para trabajos de laboratorio relacionando algunos temas de la materia.• Exposición oral y escrita por el alumno sobre investigación documental escogida con apoyo del docente.• Participación en seminarios de grupo.• Capacidad para trabajar en equipo interdisciplinario.• Compromiso ético. <p>Competencias sistémicas</p> <ul style="list-style-type: none">• Compromiso con la calidad.• Capacidad para formular y gestionar proyectos.• Compromiso con la preservación del medio ambiente.• Capacidad para identificar, plantear, y resolver problemas.• Habilidades de investigación.• Capacidad para actuar en nuevas situaciones.• Liderazgo.• Capacidad de aprender.• Creatividad.

	• Búsqueda del logro.
--	-----------------------

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y Fecha de Elaboración o Revisión	Participantes	Observaciones (Cambios y Justificación)
Instituto Tecnológico Superior de Múzquiz	Academia de la carrera de Ingeniería Ambiental	

5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Familiarizar a los estudiantes con los conceptos básicos de la Biotecnología. Analizar algunas técnicas de los procesos biotecnológicos, el diseño seguido para su obtención y su utilidad.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Adquirir el concepto de biotecnología.
- Realiza técnicas biotecnológicas y explica los principales campos de impacto de esta disciplina.
- Conocer las herramientas básicas utilizadas en la biotecnología moderna.
- Conocer el impacto de la biotecnología en la agricultura, acuicultura, bioprocesos, medicina, diagnóstico y evolución.

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Introducción a la Biotecnología	<p>La Biotecnología.</p> <p>1.1 Introducción.</p> <p>1.1.1 Definición de la Biotecnología Ambiental.</p> <p>1.1.2 Objetivos y aplicaciones de la Biotecnología Ambiental. En los suelos, Atmosfera, en la Hidrología y en diversos procesos, industriales, ganaderos, agrícolas, etc.</p> <p>La tecnología del ADN recombinante</p> <p>1.2. Herramientas moleculares</p> <p>1.2.1. Síntesis del ADN.</p> <p>1.2.1.1 Proceso de transcripción.</p> <p>1.2.1.2 Proceso de Transducción</p> <p>1.2.2 Replicación de ADN.</p> <p>1.2.3 Proceso de Mutación.</p> <p>1.2.3.1 Tipos de mutaciones</p> <p>1.2.4 Tecnología del ADN Recombinante.</p> <p>1.2.4.1 Proceso de Recombinación Genética.</p> <p>1.2.4.2 Transformación de Organismos</p> <p>1.2.4.3 Corte y unión de moléculas de ADN, enzimas de corte, enzimas de unión.</p> <p>1.2.5 Clonación.</p> <p>1.2.5.1 clonación de genes</p> <p>1.2.5.2 Vectores de clonación</p> <p>Microorganismos como agentes biotecnológicos en el medio ambiente</p> <p>1.3. Característica generales de los microorganismos de interés en la biotecnología Ambiental</p> <p>1.3.1 Microorganismos celulares y sus Características fisiológicas</p> <p>1.3.2 Microorganismos a celulares y sus Características fisiológicas de microorganismos acelulares</p> <p>1.3.3 Proceso de aislamiento de un microorganismo de interés en biotecnología ambiental.</p> <p>1.3.4 Aplicación de un microorganismo en la prevención, eliminación y control de la contaminación ambiental.</p>

		<p>Los organismos transgénicos: Transgénicos animales y vegetales.</p> <p>1.4. Conceptos generales.</p> <p>1.4.1 Definición de organismos transgénicos.</p> <p>1.4.1.1 Objetivos de los organismos transgénicos</p> <p>1.4.2 Técnicas para la obtención de los organismos transgénicos.</p> <p>1.4.2.1 Transferencia de genes.</p> <p>1.4.3 Tecnología Transgénica Aplicada.</p> <p>1.4.3.1. Tecnología Transgénica en animales de interés ganadero, acuícola e Industrial.</p> <p>1.4.3.2 Tecnología Transgénica en plantas.</p> <p>1.4.4 Los organismos transgénicos para la sociedad.</p> <p>1.4.4.1 Legislación y Normativas de los organismos transgénicos</p> <p>1.4.4.2 Aspectos éticos</p> <p>1.4.4.3 propiedades y problemática de los productos transgénicos</p> <p>1.4.4.4 Etiquetado de productos transgénicos.</p>
2	Cultivo Celular	<p>Metabolismo energético</p> <p>2.1 Introducción.</p> <p>2.1.1 Definición de Metabolismo Energético.</p> <p>2.1.2 Objetivo y Principios Fundamentales del Metabolismo Energético.</p> <p>2.1.3. Regulación del Metabolismo.</p> <p>2.1.3.1 Fermentación.</p> <p>2.2.3.2 Respiración.</p> <p>Técnicas de cultivo de células</p> <p>2.2. Definición cultivos celulares.</p> <p>2.2.1 Disociación celular.</p> <p>2.2.2 Cultivos primarios y secundarios.</p> <p>2.2.3 Establecimiento de Líneas celulares.</p> <p>2.2.4 Técnicas de cultivo.</p> <p>2.2.4.1 Áreas del laboratorio de cultivo de tejidos.</p> <p>2.2.4.2 Material y equipo de laboratorio</p> <p>2.2.4.3 Generalidades de los medios de cultivo</p> <p>2.2.4.4 Componentes del medio de cultivo</p> <p>2.2.4.5 Preparación y manejo de soluciones stock.</p> <p>2.2.4.6 Preparación de los medios de cultivo.</p>

		<p>2.2.4.7 Esterilización, Tipos de esterilización, factores que intervienen en el proceso de esterilización.</p> <p>2.2.4.8 Establecimiento El Cultivo de Tejidos</p> <p>2.2.5. Etapas del cultivo de tejidos</p> <p>2.2.5.1 Selección de células madres</p> <p>2.2.5.2 Explante</p> <p>2.2.5.3 Siembra del explante</p> <p>2.2.5.4 Condiciones de incubación</p> <p>2.2.5.5 Cambios fisiológicos del explante</p> <p>2.2.5.6 Trasplante al sustrato</p> <p>2.2.6. Congelación y descongelación celular.</p> <p>2.2.6.1. Fusión celular.</p>
3	Técnicas moleculares de cultivo de células	<p>Cultivos histotípicos</p> <p>3.1 Técnica de cultivo de tejidos vegetales</p> <p>3.1.1 Generalidades</p> <p>3.1.2 Micro propagación</p> <p>3.1.3 Plantas libres de patógenos</p> <p>3.1.4 Técnicas in Vitro aplicadas al Fito mejoramiento</p> <p>3.1.4.1 Producción de haploides: cultivo de anteras y óvulos</p> <p>3.1.4.2 Variación somaclonal</p> <p>3.1.4.3 Fusión de protoplastos</p> <p>3.1.4.4 Aplicación agro-biológica</p> <p>3.1.5 Conservación In Vitro</p> <p>3.1.6 Aspectos importantes en la conservación in Vitro</p> <p>3.1.6.1 Regeneración</p> <p>3.1.6.2 Variabilidad</p> <p>3.1.6.3 Estabilidad genética</p> <p>3.1.6.4 Estrategias</p> <p>3.1.6.5 Métodos de conservación</p> <p>3.1.7 Factores que limitan el crecimiento</p> <p>3.1.7.1 Supresión del crecimiento</p> <p>3.1.7.2 Cryoconservación del germoplasma</p> <p>Cultivo molecular de microorganismos con interés industrial</p> <p>3.2 Producción de proteínas en bacterias: Vectores de transformación.</p> <p>3.2.1 Detección de clones portadores de genes de interés.</p> <p>3.2.2 Purificación de proteínas de genes expresados en bacterias.</p> <p>3.2.3 Sobre expresión de genes en bacterias diferentes de <i>E. coli</i>.</p> <p>3.2.4 Aislamiento de promotores.</p>

		<p>3.2.4.1. Promotores fuertemente regulables.</p> <p>3.2.5 Proteínas de fusión.</p> <p>3.2.6 Incremento de la estabilidad de las proteínas expresadas.</p> <p>3.2.7 Integración de ADN en el cromosoma del hospedador.</p> <p>3.2.8 Secreción de proteínas.</p>
4	Aplicaciones en la transformación de plantas y desarrollo de animales transgénicos	<p>Aplicaciones de la transformación de plantas</p> <p>4.1 Cultivos de plantas.</p> <p>4.1.1 Cultivos tisulares y manipulación de plantas.</p> <p>4.1.1.2 Técnicas aplicadas para el mantenimiento de la fidelidad genética.</p> <p>4.1.2 Técnicas de manipulación de cultivos.</p> <p>4.1.2.1 Regeneración a partir del callo y variación somaclonal.</p> <p>4.1.2.2 Selección de mutantes a partir de un cultivo.</p> <p>4.1.2.3 Fusión de protoplastos.</p> <p>4.1.2.4 Transformación-producción de plantas transgénicas.</p> <p>4.1.3 Modificaciones de los cultivos utilizando técnicas moleculares</p> <p>4.1.3.1 Identificación y aislamiento genético.</p> <p>4.1.3.2 Reacción en cadena de la polimerasa.</p> <p>4.1.3.3 Fragmentos de restricción de longitud variable (RFLPs) y amplificación al azar de ADN (RAPDs).</p> <p>4.1.3.4 Transposones y mutagénesis insercional.</p> <p>4.1.3.5 Manipulando el rendimiento.</p> <p>4.1.3.6 Fijación por nitrógeno.</p> <p>4.1.3.7 Mejora en la captación de soluto.</p> <p>4.1.3.8 Calidad.</p> <p>4.1.3.9 Calidad tecnológica.</p> <p>4.1.3.10 Resistencia a enfermedades y plagas.</p> <p>4.1.3.11 Identificación de patógenos y ensayos.</p> <p>4.1.3.12 Resistencia a herbicidas. Tolerancia al estrés.</p> <p>4.1.3.13 Modificaciones durante el desarrollo de plantas.</p> <p>4.1.3.14 Ensayos de campo de plantas transgénicas.</p>

		<p>4.1.3.15 Cultivos hidropónicos 4.1.3.16 Beneficios y riesgos.</p> <p>Desarrollo y uso de animales transgénicos</p> <p>4.2 Producción de animales transgénicos mediante microinyección.</p> <p>4.2.1 El ratón transgénico.</p> <p>4.2.1.1 Ratas transgénicas. 4.2.1.2 Aplicación de las técnicas de micro-inyección a otros animales.</p> <p>4.2.2 Consideraciones generales.</p> <p>4.2.2.1 Caracterización de la construcción. 4.2.2.2 Elección de animal. 4.2.2.3 Expresión del transgén.</p> <p>4.2.3 Diseño de un experimento transgénico.</p> <p>4.2.3.1 Investigación de la función génica. 4.2.3.2 Reducción de la función génica. 4.2.3.3 Ablación celular. 4.2.3.4 Biofarmacéutica en ganado transgénico</p> <p>4.2.4 Tecnología de células embrionarias pluripotenciales</p> <p>4.2.5 Recombinación homóloga y transgénesis.</p>
--	--	--

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Propiciar actividades enfocadas a desarrollar los procesos de aprendizaje ejercitando la meta cognición, identificando y señalando el tipo de proceso al que se desea llegar, sea contrastación, comprensión, análisis, síntesis, valoración, etc.
- Fomentar en el estudiante la capacidad de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes, a través de actividades documentales, a través de la práctica de laboratorio, visitas a empresas, la utilización de terminología, simbología, instrumentos dentro del campo de la microbiología.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con las demás del plan de estudios, desarrollando una visión interdisciplinaria.
- Interpretar resultados de prácticas, informes de visitas a empresas y/o instituciones de salud pública, análisis de información documental entre otros.
- Fomentar la asistencia a eventos académicos (congresos, seminarios, entre otros).
- Llevar a cabo actividades 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.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.

- Motivar a los estudiantes con actividades lúdicas (maratones del conocimiento, socio drama, crucigramas), entre otras.
- Inducir a la investigación documental y de campo.
- Generar la reflexión crítica a través de seminarios y sesiones de discusión.
- Fomentar la investigación científica, creatividad y actitud emprendedora.
- Introducir al estudiante en los métodos y modos de razonamiento propios de la investigación científica y la discusión crítica de resultados de trabajos científicos publicados.
- Inducir a la formulación de ensayos y resúmenes.
- Inducir a los estudiantes a realizar exposiciones.
- Brindar ejemplos de hechos recientes relacionados con la Microbiología que tengan interés e impacto social.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación del presente programa debe ser diagnóstica, formativa y sumativa, es decir haciendo valoraciones durante todo el proceso de enseñanza y al final del curso, considerando la competencia adquirida como evidencia de producto, actitud y desempeño, con base en las actividades de aprendizaje realizadas por el estudiante, tales como:

- Investigaciones documentales, reportes de prácticas de laboratorio y de campo, Informes de visitas a empresas entregadas como evidencia.
- Seguimiento de reglas en laboratorio.
- Autoevaluación.
- Entregar portafolio de evidencias en función de las actividades de aprendizaje.
- Lectura de artículos científicos y situaciones reales en el ámbito de la Biotecnología y su relación con otras ciencias con su discusión en mesa redonda.
- Desempeño en aplicar técnicas de biotecnología.
- El Manejo de diferentes tipos de microorganismos transgénicos.
- Exámenes escritos u orales para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos de la Biotecnología.
- Discusión grupal de diversos temas teóricos generales de la biotecnología.
- Desempeño en la realización de prácticas con la presentación de informes y discusión de resultados experimentales.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1. Introducción

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Conocer los antecedentes de la biotecnología, conceptos básicos y terminología, así como el uso adecuado de instrumentos, herramientas y tecnología de la ingeniería genética.	<ul style="list-style-type: none">• Construir a través de la búsqueda bibliográfica y las prácticas en laboratorio, el desarrollo, uso y regulación de la ingeniería genética.• Leer artículos científicos en inglés, sobre transferencia y recombinación genética en bacterias y el papel de los plásmidos en la conjugación.• Analizar y desarrollar técnicas de laboratorio proporcionadas por el docente sobre: extracción del ADN y preparación de ADN plasmidico.

Unidad 2. Cultivo Celular

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Reafirmar los fundamentos principales y objetivo del metabolismo energético. Conocer las aplicaciones de cultivos biotecnológicos.	<ul style="list-style-type: none">• Resume mediante un cuadro sinóptico los conceptos revisados, haciendo énfasis en los procesos que integran el metabolismo energético. Investigar y discutir de manera grupal los conceptos mediante un mapa conceptual y fundamentos de la Bioingeniería.• Investigar y presentar una práctica de laboratorio donde se presente un cultivo y manejo de microorganismo permitiendo la discusión grupal.• Investigar técnicas modernas utilizadas en el cultivo, aislamiento, purificación, propagación, identificación y conservación de las células madres y aplicar algunas de ellas en prácticas de laboratorio Discutir los resultados.• Discutir en grupos de trabajo las diferentes técnicas.• Realizar visitas a centros de investigación que cuenten con equipos actualizados y aplicación de las

	<p>distintas técnicas biotecnológicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar y discutir artículos científicos en inglés.
--	--

Unidad 3. Técnicas moleculares de cultivo de células

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Desarrollo del proceso de transferir ADN de un organismo a otro para aporta grandes beneficios al medio a través de la manipulación genética de microorganismos, plantas y animales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar sobre los mecanismos de variabilidad genética en microorganismos, los tipos de elementos genéticos en bacterias y su papel en la fisiología celular. Presentar un informe y en discusión grupal. • Realizar una práctica de laboratorio (transformación de una bacteria). • Investigación documental sobre innovaciones biotecnológicas. • Trabajar en equipo en la realización de investigaciones documentales y trabajo de campo, mostrando entusiasmo e interés en la biotecnología con relación al medio ambiente.

Unidad 4. Aplicaciones en la transformación de plantas y desarrollo de animales transgénicos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Definir objetivos, técnicas de producción y aplicación de tecnología transgénica en animales de interés ganadero, acuícola y plantas de interés agrícola. Así como el desarrollo de habilidades en dichas técnicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proponer en un informe escrito y una discusión de grupo los diferentes conceptos de biotecnología. • Mediante una investigación y presentación de la aplicación de las diferentes herramientas de biotecnología. • Realizar practica de laboratorio Cultivo y crío preservación de células animales, producción in vitro de embriones de ratón. • Realizar un foro de discusión para comprender. • Mediante un trabajo de investigación establecer y analizar la importancia que tienen la expresión y recombinación genética de plantas así como la

	<p>legislación en el uso de tecnología transgénica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar practica Cultivo de células y tejidos vegetales. • Obtención de un cultivo hidropónico. • Proponer una prospectiva del desarrollo Biotecnológico que podría tener México usando microorganismos transgénicos, trabajo y su discusión de grupo.
--	---

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

Fuentes impresas

Aiba, S. y col. 1973. Biochemical engineering. Academic Press, New York.

Ausubel, F.M., R. Brent, R.E. Kingston, D. Moore, J.A. Smith y K. Struhl. 1992. Short protocols in molecular biology. John Wiley & Sons, Ney York.

Brown, CM. Y col. (1991) Introducción a la biotecnología. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza.

Bu'Lock, J. Y col. (1991) Biotecnología Básica. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza.

Jagnow, G y Dawid, W. (1991) Biotecnología: Introducción con experimentos modelo. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza.

Serrano M, Piñol T (1991) *Biotecnología Vegetal*. Síntesis, Madrid.

Trevan, MD y col. (1991) Biotecnología: Los principios biológicos. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza.

Wiseman, A. (1991) Principios de biotecnología. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza.

Erlich,H.C.and Brierley, C.L. (Eds.), Microbial Mineral Recovery. Environmental Biotechnology, N.Y., U.S.A., McGraw Hill Pub. Co.1990.

Kawastra, S. K. and Natarajan, K. A. (Editors), Mineral Biotechnology: Microbial Aspects of Mineral Beneficiation, Metal Extraction, and Environmental Control, Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc. 2001, 272 pp. ISBN 0-87335-201-7.

Smith, R. W. and Misra, M. (Eds.) Mineral Bioprocessing, Minerals, Metals and Materials Society Pub. 1991, 495 pp. ISBN 0-87339-175-6.

Hughes, M. N. and Poole, R. K., Metal and Micro-organisms, Chapman and Hall Pub. ISBN: 0-412-24400-4.

Hayes, P., Process Principles in Minerals and Materials Production, Australia, Hayes Publishing, 1993.

Habashi, F., Principles of Extractive Metallurgy, V 2 Hydrometallurgy, New York, Science Publishers, 1980.

12.- PRÁCTICAS PROP

PRÁCTICA Unidad 1

- Extracción del ADN
- Preparación del ADN Plasmidico.

PRÁCTICA Unidad 2

- Cultivo y manejo de Microorganismos.

PRÁCTICA Unidad 3

- Transformación Bacteriana.
- Comprobación de colonias transformantes mediante PCR.

PRÁCTICA Unidad 4

- Cultivo de células y tejidos vegetales.
- Cultivo foto autotrófico continuo de micro algas en quimiostato.
- Cultivo y criopreservación de células animales producción in vitro de embriones de ratón.