

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

| | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Nombre de la asignatura: | Biotecnología Microbiana |
| Carrera: | Ingeniería Bioquímica |
| Clave de la asignatura: | BIF-1304 |
| SATCA¹ : | 3-2-5 |

2. PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura

Los microorganismos tienen una extraordinaria importancia en Biotecnología. En primer lugar, muchas enzimas y productos microbianos son de interés en la industria. En segundo lugar, los microorganismos son utilizados muy abundantemente como agentes productores, tanto de productos de origen microbiano como de otros orígenes. Por último, la extraordinaria diversidad de actividades microbianas que puede ser utilizada en procesos biotecnológicos de interés con distintas finalidades. Con esta asignatura se pretende que el alumno se familiarice con la importancia real de los microorganismos en los procesos biotecnológicos, así como el extraordinario potencial que aún queda por desarrollar. Se presentan las herramientas básicas que posibilitan la manipulación genética de microorganismos enfocadas hacia su utilización en la producción de sustancias de interés biotecnológico, así como los diferentes sistemas de expresión génica, tanto en procariotas como en eucariotas, su potencialidad y limitaciones, y los productos o actividades microbianas de interés en procesos biotecnológicos. Estos conocimientos se desarrollarán desde un punto de vista aplicado concretándose en procesos de interés actual que tengan utilidad biomédica, interés industrial o para la agricultura o el medio ambiente.

Esta asignatura contempla la profundización en el conocimiento de la versatilidad metabólica de los microorganismos y su aplicación en la resolución de problemas que hoy día tiene planteados la humanidad. Su estudio supone un complemento de los conocimientos adquiridos en cursos anteriores en asignaturas como Microbiología, Bioquímica, Genética y Biología Molecular, así como una proyección aplicada de los mismos. Esta asignatura será de utilidad para aquellos alumnos que deseen desarrollar su actividad profesional en investigación, industrias biotecnológicas (diseño y control de procesos), laboratorios de control de calidad, etc. y en todos aquéllos campos relacionados con la aplicación del potencial tecnológico de los microorganismos.

Intención didáctica

Se organiza el temario en seis unidades. Se establecerán en primer término, los principios básicos sobre los que se sustenta la Biotecnología Microbiana, es decir, los grupos de microorganismos más importantes industrialmente y su mejora genética, la tecnología de las fermentaciones, los principales sustratos susceptibles de transformación, atendiendo principalmente a la relación coste-beneficio, y la metodología aplicable a la extracción y purificación del producto de interés (downstream). A

continuación, se analizarán los principios que rigen los diferentes tipos de industrias biotecnológicas, entre las que cabe destacar, industrias de propagación, industrias de fermentación e industrias de bioconversión, así como los procesos biotecnológicos dirigidos al aprovechamiento de residuos y a la disminución del impacto ambiental.

La asignatura **Biología Microbiana** presenta inicialmente a los microorganismos como seres vivos enormemente diversos y peculiares desde todos los puntos de vista en comparación con los seres macroscópicos. En el tema, **Principios de Biología Microbiana**, se utiliza la diversidad y peculiaridad de los microorganismos como hilo conductor para presentar los diversos aspectos de interés biotecnológico en temas posteriores. A su vez, en este primer tema se presentan otras características de interés de los microorganismos como la facilidad de su cultivo y manipulación, que los hace agentes de producción biotecnológica ejemplares.

Las aplicaciones biotecnológicas concretas tanto de los productos como de las actividades de los microorganismos, son el objeto de estudio de los siguientes temas. En el tema, **Productos microbianos de interés industrial**, se presentan una selección de estos productos, empezando por la propia biomasa microbiana en sí y pasando por varios polímeros bacterianos, diversos metabolitos primarios, y finalizando con la producción de energía por parte de los microorganismos. En el tema denominado **Biología Ambiental** se tratan temas de depuración biológica de aguas residuales urbanas y el potencial de los microorganismos en la eliminación de contaminantes y en biominería. En el tema **Biocatálisis**, se dedica a describir los procesos de biotransformación industriales en los que bien los microorganismos completos o algunas de sus enzimas como biocatalizadores, poniendo de manifiesto el interés industrial por actividades enzimáticas con características particulares, y la importancia de la regio- o enantio- selectividad de las enzimas en la síntesis de determinados compuestos orgánicos.

3. COMPETENCIAS A DESARROLLAR

| Competencias Específicas | Competencias Genéricas |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Entender el significado y alcance de la Biotecnología, así como su origen y los descubrimientos que sustentan hoy en día a la Biotecnología Moderna. Comprender los primeros logros de la Biotecnología que dieron inicio al surgimiento de ésta. Describir los principios de la Biotecnología Microbiana de los cuales se toman para ser usados en generar bienes y servicios. Conocer las herramientas de la Ingeniería Genética que permiten el análisis y | <u>Competencias Instrumentales</u> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de organizar y planificar Conocimientos generales de Biología Celular y Molecular. Habilidades de manejo de la computadora. Solución de problemas. |
| | <u>Competencias interpersonales</u> <ul style="list-style-type: none"> Trabajo en equipo. Habilidad para el trabajo en laboratorio. Compromiso ético. Apreciar el conocimiento y los hábitos del trabajo, cultivar la precisión y la curiosidad; así como, el entusiasmo y el interés en el área. |
| | <u>Competencias sistemáticas</u> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. |
| | |

manipulación del ADN, con fines de investigación y, en la Ingeniería Genética Microbiana, para la obtención de organismos genéticamente modificados, que producirán diversos bienes, productos y servicios a la industria alimentaria, energética y de saneamiento ambiental.

- Conocer los microorganismos comúnmente utilizados en las industrias biotecnológicas, los principios que regulan su fisiología, metabolismo y los métodos que se utilizan para la mejora de su productividad.
- Estudiar los elementos de la fisiología celular microbiana que permitan una comprensión fina de su metabolismo.
- Adquirir y comprender los fundamentos teóricos de los aspectos bioquímicos de la fermentación, así como definir a ésta desde el punto de vista bioquímico e industrial.
- Conocer y diferenciar los objetivos de distintos tipos de industrias biotecnológicas, la dinámica de los procesos de producción y los métodos que se utilizan para la obtención y purificación del producto de interés.
- Analizar y explicar con ejemplos, el uso de los microorganismos para la remediación de ambientes contaminados y para desarrollar procesos con sistemas biológicos amigables con el ambiente.

- Habilidades de investigación.
- Capacidad para diseñar y gestionar proyectos.
- Capacidad para aprender.
- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.
- Preocupación por el medio ambiente.
- Preocupación por la calidad.

4. OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Esta asignatura tiene como objetivo fundamental el conocimiento del potencial biotecnológico de los microorganismos y su utilización en la obtención de productos de interés industrial, clínico, agrícola y alimentario, así como en la mejora de la calidad ambiental.

5. COMPETENCIAS PREVIAS

- Biología.
- Bioquímica.
- Genética.
- Microbiología.
- Cinética Química.
- Biología Molecular y Celular.
- Ingeniería de biorreactores
- Bioquímica del nitrógeno y regulación

6. TEMARIO

| UNIDAD | NOMBRE | TEMAS Y SUBTEMAS |
|--------|---|--|
| I | Introducción a la Biotecnología | <ul style="list-style-type: none"> 1.1. Historia de la Biotecnología <ul style="list-style-type: none"> 1.1.1. Biotecnología Ancestral 1.1.2. Biotecnología Clásica 1.2. Surgimiento de la Biotecnología Moderna <ul style="list-style-type: none"> 1.2.1. Producción de proteínas heterólogas 1.2.2. Vacunas y anticuerpos recombinantes 1.2.3. Animales y plantas transgénicos para la producción de proteínas humanas |
| 2 | Fundamentos de la Biotecnología Moderna | <ul style="list-style-type: none"> 2.1. Principios de la Biotecnología Microbiana <ul style="list-style-type: none"> 2.1.1. Diversidad microbiana 2.1.2. Metagenómica 2.1.3. Microorganismos de interés 2.1.4. Productos y servicios otorgados por los microorganismos 2.2. Fundamentos de la Biotecnología Moderna <ul style="list-style-type: none"> 2.2.1. Moléculas informacionales de la célula: ácidos nucleicos y proteínas 2.2.2. La Ingeniería genética: las herramientas moleculares y los métodos para manipular al ADN |
| 3 | Biología celular microbiana | <ul style="list-style-type: none"> 3.1. Fisiología microbiana <ul style="list-style-type: none"> 3.1.1. Transporte microbiano. 3.1.2. Metabolismo y redes metabólicas 3.1.3. Regulación genética de la red metabólica celular 3.2. La comprensión fina del metabolismo celular <ul style="list-style-type: none"> 3.2.1. El transcriptoma y el proteoma bacterianos 3.2.2. El metaboloma bacteriano 3.2.3. Análisis de flujos metabólicos 3.2.4. Análisis del control metabólico 3.2.5. La ingeniería celular y la bioingeniería de procesos |

| UNIDAD | NOMBRE | TEMAS Y SUBTEMAS |
|--------|--|--|
| 4 | Principios y clasificación de las fermentaciones | 4.1. Aspectos bioquímicos 4.1.1. Rutas Metabólicas 4.2. Definición y concepto de fermentación 4.2.1. Fermentación desde el punto de vista bioquímico e industrial 4.3. Clasificación de las fermentaciones. 4.3.1. Clasificación y tipos de fermentaciones. Aspectos microbiológicos 4.4. Ejemplos aplicativos de fermentaciones 4.4.1. Fermentaciones anaerobias 4.4.2. Fermentaciones aerobias 4.5. Crecimiento y muerte de un microorganismo 4.5.1. Cinética química de crecimiento y muerte de un microorganismo |
| 5 | Principales industrias biotecnológicas | 5.1. Productos microbianos de interés industrial 5.1.1. Biomasa 5.1.2. Polímeros 5.1.3. Metabolitos primarios 5.1.4. Energía 5.2. Biocatálisis 5.2.1. Enzimas microbianas de interés. |
| 6 | Biotecnología Ambiental | 6.1. Sistemas biológicos para la remediación de ambientes contaminados 6.1.1. Depuración de residuos urbanos. 6.1.2. Biodegradación de contaminantes orgánicos. 6.1.3. Biorremediación. 6.2. Sistemas biológicos en procesos amigables con el ambiente 6.2.1. Biominería y biolixiviación 6.2.2. Control biológico de plagas 6.2.3. Producción de bioinsecticidas |

7. SUGERENCIAS DIDACTICAS

- Investigar en revistas científicas conocimiento de punta en cuanto a la Biotecnología Microbiana.
- Prácticas de laboratorio.
- Establecer talleres y foros de discusión de clases.
- Exposición de temas específicos en clase.
- Visitas a centros de investigación.

9. SUGERENCIAS DE EVALUACION

- Examen oral y/o escrito de conocimientos
- Reportes y exposiciones de investigaciones de artículos científicos.
- Ensayo de artículos o visitas a centros de investigación.
- Elaboración de proyectos de investigación de las técnicas abordadas.
- Solución de casos prácticos.

10. UNIDADES DE APRENDIZAJE

UNIDAD 1: Introducción a la Biotecnología

| COMPETENCIA ESPECIFICA A DESARROLLAR | ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Entender el significado y alcance de la Biotecnología, así como su origen y los descubrimientos que sustentan hoy en día a la Biotecnología Moderna. • Comprender los primeros logros de la Biotecnología que dieron inicio al surgimiento de ésta. | <ul style="list-style-type: none"> • Inducción a la investigación documental actualizada, de campo o experimental • Búsqueda de material disponible en Internet sobre el contenido del curso y que tenga respaldo científico. • Exponer y discutir en clase artículos científicos e información de otros tipos fuentes • Realizar investigaciones documentadas en equipos. • Desarrollar prácticas de laboratorio • Asistir a visitas a sectores del campo profesional en grupo. |

UNIDAD 2: Fundamentos de la Biotecnología Moderna.

| COMPETENCIA ESPECIFICA A DESARROLLAR | ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Describir los principios de la Biotecnología Microbiana de los cuales se toman para ser usados en generar bienes y servicios. • Conocer las herramientas de la Ingeniería Genética que permiten el análisis y manipulación del ADN, con fines de investigación y, en la Ingeniería Genética Microbiana, para la obtención de organismos genéticamente modificados, que producirán diversos bienes, productos y servicios a la industria alimentaria, energética y de saneamiento ambiental. | <ul style="list-style-type: none"> • Inducción a la investigación documental actualizada, de campo o experimental • Búsqueda de material disponible en Internet sobre el contenido del curso y que tenga respaldo científico. • Exponer y discutir en clase artículos científicos e información de otros tipos fuentes • Realizar investigaciones documentadas en equipos. • Desarrollar prácticas de laboratorio • Asistir a visitas a sectores del campo profesional en grupo. • Participación en seminarios. |

UNIDAD 3: Biología celular microbiana.

| COMPETENCIA ESPECIFICA A DESARROLLAR | ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los microorganismos comúnmente utilizados en las industrias biotecnológicas, los principios que regulan su fisiología, metabolismo y los métodos que se utilizan para la mejora de su productividad. • Estudiar los elementos de la fisiología celular microbiana que permitan una comprensión fina de su metabolismo. | <ul style="list-style-type: none"> • Inducción a la investigación documental actualizada, de campo o experimental • Búsqueda de material disponible en Internet sobre el contenido del curso y que tenga respaldo científico. • Exponer y discutir en clase artículos científicos e información de otros tipos fuentes • Realizar investigaciones documentadas en equipos. • Desarrollar prácticas de laboratorio • Asistir a visitas a sectores del campo profesional en grupo. • Participación en seminarios. |

UNIDAD 4: Principios y clasificación de las Fermentaciones.

| COMPETENCIA ESPECIFICA A DESARROLLAR | ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Adquirir y comprender los fundamentos teóricos de los aspectos bioquímicos de la fermentación, así como definir a ésta desde el punto de vista bioquímico e industrial. • Estudiar ejemplos aplicativos, tanto de las fermentaciones aerobias como anaerobias. | <ul style="list-style-type: none"> • Inducción a la investigación documental actualizada, de campo o experimental • Búsqueda de material disponible en Internet sobre el contenido del curso y que tenga respaldo científico. • Exponer y discutir en clase artículos científicos e información de otros tipos fuentes • Realizar investigaciones documentadas en equipos. • Desarrollar prácticas de laboratorio • Asistir a visitas a sectores del campo profesional en grupo. • Participación en seminarios. |

UNIDAD 5: Principales Industrias Biotecnológicas.

| COMPETENCIA ESPECIFICA A DESARROLLAR | ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Conocer y diferenciar los objetivos de distintos tipos de industrias biotecnológicas, la dinámica de los procesos de producción y los métodos que se utilizan para la obtención y purificación del producto de interés. | <ul style="list-style-type: none"> • Inducción a la investigación documental actualizada, de campo o experimental • Búsqueda de material disponible en Internet sobre el contenido del curso y que tenga respaldo científico. • Exponer y discutir en clase artículos científicos e información de otros tipos fuentes • Realizar investigaciones documentadas en equipos. • Desarrollar prácticas de laboratorio • Asistir a visitas a sectores del campo profesional en grupo. • Participación en seminarios. |

UNIDAD 6: Biotecnología Ambiental.

| COMPETENCIA ESPECIFICA A DESARROLLAR | ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Analizar y explicar con ejemplos, el uso de los microorganismos para la remediación de ambientes contaminados y para desarrollar procesos con sistemas biológicos amigables con el ambiente. | <ul style="list-style-type: none"> Inducción a la investigación documental actualizada, de campo o experimental Búsqueda de material disponible en Internet sobre el contenido del curso y que tenga respaldo científico. Exponer y discutir en clase artículos científicos e información de otros tipos fuentes Realizar investigaciones documentadas en equipos. Desarrollar prácticas de laboratorio Asistir a visitas a sectores del campo profesional en grupo. Participación en seminarios. |

10. FUENTES DE INFORMACIÓN

- El-Mansi et al. Fermentation, Microbiology and Biotechnology. 2ª Edición. CRC Taylor & Francis, 2007.
- Glazer & H. Nikaido. Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology. 2007.
- R. Alagawadi, P. U. Krishnaraj, K. S. Jagadeesh, S. Kannaiyan. Microbial Biotechnology. Alpha Science Intl Ltd; 1 edition, 2006.
- Lee Yuan Kun. Microbial Biotechnology: Principles and Applications. World Scientific Publishing Company; 2ª edición, 2006.
- L. Prescott, J. Harley, D. Klein. Microbiología. McGraw-Hill Interamericana, 2005.
- M.J. Waites, N.L. Morgan, J.S. Rockey, G. Industrial Microbiology. An introduction. Hington. Blackwell Science, Oxford, 2001.
- M. Madigan, J. Martinko, J. Parker. Brock Biología de los Microorganismos, 10ª Edición. Prentice-Hall, 2003.
- Lodish H. Biología Celular y Molecular. Panamericana Editorial, 2008.
- Karp G. Biología Celular y Molecular. McGraw-Hill Interamericana, 2009.
- Bruce A. Biología Molecular de la Célula. Ed. Omega, 2004.
- Bruce A. Introducción a la Biología Celular. Ed. Médica Panamericana (Me), 2011.
- Jimenez, L. Felipe, Merchant, Horacio. Biología Celular y Molecular. Pearson Educación, 2003.
- Curtis H. Invitación a la Biología. Ed. Médica Panamericana, 2006

11. PRÁCTICAS PROPUESTAS

- 1) SIEMBRA, CULTIVO Y CONSERVACIÓN DE *Escherichia coli* TRANSFORMADA CON UN PLÁSMIDO RECOMBINANTE RESISTENTE A AMPICILINA Y/O KANAMICINA.
- 2) PREPARACIÓN DE SOLUCIONES PARA LA EXTRACCIÓN DE ADN HUMANO DE CÉLULAS DEL EPITELIO BUCAL.
- 3) EXTRACCIÓN DE ADN HUMANO DE CÉLULAS DEL EPITELIO BUCAL.
- 4) DIGESTIÓN DE PLÁSMIDOS RECOMBINANTES CON ENZIMAS DE RESTRICCIÓN
- 5) PRODUCCIÓN DE METABOLITOS POR MICROORGANISMOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE