

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Microbiología industrial
Clave de la asignatura:	PGD-1706
SATCA¹:	2-3-5
Carrera:	Ingeniería Bioquímica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

La materia de microbiología industrial, tiene como antecedentes la biología, bioquímica, microbiología general, conceptos de matemáticas, química orgánica e inorgánica, por lo que da continuidad de manera importante a los conocimientos y técnicas aprendidas en el laboratorio de microbiología general, así también conocimientos y habilidades de otras materias ya mencionadas, el sentido de la materia de microbiología industrial se convierte en una materia integradora de conocimientos y donde se da sentido a lo ya aprendido relacionado con los microorganismos y con el aprovechamiento y conservación de recursos bióticos.

La materia se enfoca al análisis de la producción microbiológica de compuestos de interés industrial, para el sector salud o de efecto ambiental, desde el punto de vista bioquímico, genético, cinético y como una respuesta al medio ambiente.

Proporciona elementos para el establecimiento de criterios para aislar y seleccionar los microorganismos de interés, identificar y manipular los mecanismos de regulación microbiana, a través de modificar la composición y concentración de los nutrientes, condiciones de cultivo y tipo de reactores y formas de operarlos, para lograr la máxima producción o actividad microbiana.

La producción microbiana se evalúa desde el punto de vista cinético, calculando e interrelacionando parámetros de crecimiento, formación de producto y consumo de nutrientes. Los conocimientos son de aplicación directa en la obtención por vía fermentativa de metabolitos primarios, secundarios y otros, ya que proporciona el conocimiento del metabolismo microbiano.

Aborda aspectos relacionados con el mejoramiento genético, por mutación e Ingeniería Genética.

Se propone que posterior o simultáneamente, se curse la materia de Ingeniería de Biorreactores.

Intención didáctica

La asignatura de microbiología industrial, está organizada en 5 temas, estructuradas en un orden secuencial de complejidad, en el cual cada tema se orienta diseñar, optimizar y controlar procesos basados en la actividad microbiana.

En los temas de la I a la IV, se fomenta en los estudiantes la capacidad de analizar información y resultados de laboratorio como elementos de juicio que les permita la toma de decisiones a fin de dar

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

continuidad al proyecto de laboratorio.

En el tema I. Se analiza la importancia de los microorganismos, como elementos esenciales para la obtención de productos de interés industrial, las fuentes posibles para obtener microorganismos así como los métodos y técnicas para aislarlo, seleccionarlos y conservarlos. Se analizan los diferentes tipos de reactores y la forma de operarlos y su impacto en los rendimientos y productividad alcanzada en los procesos. Se plantea la posibilidad de que se organice el grupo y que se pueda llevar a cabo un proyecto; en la fase uno está enfocado en el aislamiento y selección de microorganismo.

Tema II. Pretende establecer la diferencia entre medios de cultivo a nivel de laboratorio y los medios con fines industriales. La posibilidad de considerar a las materias primas o residuos de composición compleja para utilizarse y formular sustratos de cultivo. Analizar diferentes métodos de optimización de medios y condiciones de cultivos a través del uso de diseños estadísticos que permitan el planteamiento y organización de los experimentos y el análisis e interpretación de los resultados. Como 2da parte del proyecto se pretende que cada equipo seleccione la o las posibles materias primas a utilizar en la formulación de sustratos de cultivo y desarrolle una formulación de medio de cultivo y la metodología de trabajo para la optimización de los nutrientes y/o condiciones de cultivo del tema propuesto en el proyecto.

Los temas III y IV, su objetivo está enfocado en la revisión de diversos procesos de fermentaciones, tanto en medio líquido como en sólido. Se pretende que los equipos de trabajo den continuidad al proyecto iniciado en el tema I: en esta etapa, se aborda tanto la revisión bibliográfica del tema, determinando la importancia tanto a nivel local, nacional e internacional del producto como la tecnología utilizada, las condiciones de proceso y los microorganismos involucrados. Así como la aplicación de la metodología propuesta en el tema II y la obtención del producto o proceso acordado, la obtención de cinéticas de crecimiento, formación de producto y consumo de sustrato; el cálculo de parámetros cinéticos y coeficientes de rendimiento, como elementos básicos a utilizar en la toma de decisiones en la selección de condiciones de operación del proceso a desarrollar, lo anterior de acuerdo con los recursos y equipos disponibles en el laboratorio. También se puede considerar la posibilidad de realizar visitas a la industria de las fermentaciones y la asistencia a congresos y/o eventos académicos en los que se aborden temas relacionados con la materia.

Tema V. Comprende la revisión de los fundamentos, técnicas utilizada y avances en el mejoramiento genético de cepas microbianas de interés industrial, haciendo énfasis en casos prácticos relevantes y en los temas relacionados con los proyectos asignados; así como la reflexión de los aspectos bioéticos, los beneficios y riesgos relacionados con el tema.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Villahermosa. 25 de Mayo del 2017.	Academia de Ingeniería Bioquímica. M.C. Pamela Arroyo Falconi, Ing. Octavio Francisco Colón Mejía	Módulo de Especialidad de la Carrera de Ingeniería Bioquímica.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • Conoce la importancia y característica de los microorganismos de interés industrial, las fuentes para obtenerlos, la forma de operar los diferentes sistemas de los fermentos y analiza los avances de la ingeniería Genética para conocer el impacto en la microbiología industrial.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Aplica los conocimientos de aislamiento y diferenciación de grupos microbianos, cultivo y métodos de conservación para el aislamiento y selección de microorganismos de interés industrial. • Relaciona los conocimientos de metabolismo celular y conceptos de genética para identificar los requerimientos nutricionales y producción de metabolitos. • Emplea habilidades estadísticas para la optimización de cultivos microbianos.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas:
1	Microorganismos de interés industrial.	1.1 Fuentes de microorganismos de interés industrial. Colecciones nacionales e internacionales y fuentes naturales. 1.2 Aislamiento, identificación, selección primaria: mutantes sobre productores. 1.3 Microorganismos autotróficos, resistentes de represión por retroalimentación, aislamientos de mutantes resistentes a represiones catabólicas constitutivas, dobles mutantes y reverentes. 1.4 Conservación y mantenimiento de cepas microbianas de interés industrial. 1.5 Desarrollo de la fermentación y escalado en la industria. 1.6 Biorreactores aerobios y anaerobios (fermentación continua, alimentada, discontinua). 1.7 Biorreactores aerobios en fase sólida.

2	Selección y optimización de medios de cultivo.	<p>2.1 Requerimientos nutricionales de los microorganismos y medios de cultivos utilizados en la industria.</p> <p>2.2 Condiciones físicas y químicas que favorecen el crecimiento microbiano.</p> <p>2.3 Criterios para diseñar técnicas.</p> <p>2.3.1. Manejo de condiciones ambientales (físicoquímicas), que favorezcan el crecimiento microbiano.</p> <p>2.3.2. Sobreproducción de metabolitos de interés industrial por manipulación nutriente, inductor y precursores.</p> <p>2.4 Cinética de crecimiento microbiano y de fermentaciones</p> <p>2.4.1. Obtención de los parámetros cinéticos.</p> <p>2.4.2. Obtención de metabolitos primarios y secundarios.</p> <p>2.5 Optimización de medios de cultivo y su impacto económico.</p>
3	Productos microbianos de interés en la industria alimentaria y farmacéutica.	<p>3.1 Producción de alcohol.</p> <p>3.2 Producción de ácidos (láctico, acético y cítrico).</p> <p>3.3 Producción de proteínas, aminoácidos y enzimas.</p> <p>3.4 Producción de metabolitos secundarios.</p> <p>3.5 Producción de vitaminas</p> <p>3.6 Producción de hormonas.</p> <p>3.7 Producción de nucleótidos.</p>
4	Otros procesos de fermentación.	<p>4.1 Productos fermentados tradicionales.</p> <p>4.2 Fermentaciones de interés industrial: 4.2.1. Producción de biocombustibles.</p> <p>4.2.2. Tratamiento biológico.</p> <p>4.2.2.1. Efluentes y aguas residuales.</p> <p>4.2.2.2 Biorremediación de suelos.</p> <p>4.3 Aplicación de la tecnología de células inmovilizadas.</p> <p>4.4 Fermentación en fase sólida.</p>
5	Genética aplicada.	<p>5.1 Importancia en la ingeniería genética en la microbiología industrial.</p> <p>5.2 Técnicas de ingeniería genética.</p> <p>5.3 Mejoramiento de cepas por recombinación genética.</p> <p>5.4. Procesos que integran manipulaciones ambientales y genéticas para la sobreproducción de metabolitos interés industrial.</p> <p>5.5 Legislación aplicada en el campo de la ingeniería genética.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Microorganismos de interés industrial.	
Competencias.	Actividades de aprendizaje.
<p>Específica(s): Conoce la importancia y características de los microorganismos de interés industrial, las fuentes para obtenerlos y la forma de controlar los diferentes sistemas de operación de los fermentadores industriales.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades de gestión de información. • Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad para trabajar de forma autónoma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una revisión bibliográfica del impacto que ha obtenido la microbiología industrial en el desarrollo tecnológico y científico de la humanidad. • Obtener en el laboratorio cepas de diferentes fuentes naturales y de colecciones nacionales e internacionales. • Describir morfología microscópica y macroscópica de cultivos microbianos y utilizar técnicas de selección primaria y de conservación de cepas. • Recopilar en bibliografía los géneros y especies de microorganismos de mayor interés industrial.
2. Selección y optimización de medios de cultivo.	
Competencias.	Actividades de aprendizaje.
<p>Específica(s): Conoce y formula medios de cultivo para el aislamiento, selección de cepas de interés industrial y determina los factores que influyen en el crecimiento microbiano para lograr la optimización de los cultivos.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades de gestión de información. • Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los requerimientos nutricionales de los diferentes grupos microbianos. • Diseñar y formular los medios de cultivos. • Describir la influencia de la concentración de sustrato, tipos de nutrientes, factores físicos y químicos en el desarrollo microbiano. • Optimizar medios de cultivo microbiano. • Realizar cinéticas de crecimiento microbiano.

<ul style="list-style-type: none"> Habilidad para trabajar de forma autónoma. 	
3. Productos microbianos de interés en la industria alimentaria y farmacéutica.	
Competencias.	Actividades de aprendizaje.
<p>Específica(s): Conoce y selecciona microorganismos involucrados en la obtención de productos alimenticios y farmacéuticos y las condiciones de operación para diseñar optimizar y controlar.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidades de gestión de información. Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones. Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidad para trabajar de forma autónoma 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar practica de laboratorio relacionadas con la producción de alimentos y bebidas alcohólicas por vía fermentativa. Recopilar en bibliografía de los diversos productos de origen microbiano y su impacto en diferentes industrias. Realizar presentaciones electrónicas sobre temas relacionados con el uso de microorganismos de interés industrial.
4. Otros procesos de fermentación.	
Competencias.	Actividades de aprendizaje.
<p>Específica(s): Revisa otros tópicos de importancia relacionados con la fermentación industrial. Analiza los conceptos y métodos relacionados con la fermentación en fase sólida, los microorganismos utilizados y los productos que se pueden obtener.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidades de gestión de información. Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones. Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar prácticas de laboratorio relacionadas las fermentaciones. Recopilar en bibliografía los diversos productos y procesos propuestos en el temario y su impacto en diferentes tipos de industrias. Realizar presentaciones electrónicas sobre temas relacionados con el uso de microorganismos para obtener productos de interés industrial. Revisar literatura sobre medios sólidos. Realizar prácticas de laboratorio para la obtención de hongos comestibles, otros productos regionales y medios sólidos. Realiza la obtención de biocombustibles a partir de desechos agroindustriales.

<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad para trabajar de forma autónoma. 	
<p>5. Genética aplicada.</p>	
<p>Competencias.</p>	<p>Actividades de aprendizaje.</p>
<p>Específica(s): Conoce los avances de la ingeniería genética y su impacto en microbiología industrial.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades de gestión de información. • Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones. • Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). • Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad para trabajar de forma autónoma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar revisiones bibliográficas sobre la ingeniería genética y su impacto en la microbiología industrial. • Analizar los avances que se han realizados a nivel mundial y nacional sobre la manipulación genética en los microorganismos. • Realizar presentaciones electrónicas sobre temas relacionadas con las nuevas técnicas moleculares, recombinación genética y la legislación aplicada.

8. Práctica(s)

<ol style="list-style-type: none"> 1. Aislamiento, selección e identificación de microorganismos de interés industrial. 2. Optimización del sustrato para la cepa seleccionada. 3. Obtención de los parámetros cinéticos. 4. Obtención de proteínas unicelulares en matraces y biorreactor. 5. Fermentación alcohólica para la obtención de cualquier tipo de licores. 6. Obtención de productos fermentados tales como: cárnicos, cereales y vegetales. 7. Obtención de ácido cítrico por fermentación sumergida y en fase sólida. 8. Obtención de amilasa. 9. Obtención de productos fermentados tradicionales regionales. 10. Obtención de vinagre por células inmovilizadas. 11. Obtención de setas por fermentación en fase sólida.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la meta cognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

- Análisis de casos.
- Casos prácticos y debates.
- Presentación electrónica.
- Proyecto integrador.
- Reporte de visitas a industrias.
- Reporte de prácticas.
- Exposición electrónica.
- Mesa de debates.
- Foro virtual.

11. Fuentes de información

1. Acuña González, P.A., L. S. Ángel García, E. Borray Montoya, L. C. Corrales y L. C. Sánchez. (2008). Aislamiento e identificación de microorganismos del género *Methanococcus* y *Methanobacterium* de cuatro fuentes de Bogotá D.C. NOVA – Publicación Científica en Ciencias Biomédicas. 6, 10:156-161.
2. Bourgeois, C. M., y J. P. Larpent. (1995). Microbiología Alimentaria 2. Fermentaciones alimentarias. Ed. Acribia, Zaragoza.
3. Calle, M. (1994). Elaboración del charqui a partir de carne de res. Tesis. Universidad de Azuay – Facultad de Ciencia y Tecnología. Ecuador.
4. Chang, S.T., J.A. Buswell y P.G. (1993). Genetics and Breeding of Edible Mushrooms. Gordon and Breach Science Publishers. USA.
5. Costa. Marcia., M. Torres, H. Magariños y A. Reyes. (2010). Producción y purificación parcial de enzimas hidrolíticas de *Aspergillus ficuum* en fermentación sólida sobre residuos agroindustriales. Revista Colombiana de Biotecnología. Vol. XII, No. 2:163-175.
6. Gardner, E.J., M.J. Simmons y D.P. Snustad. (2005). Principios de Genética. 4ª edición. Ed. LIMUSA WILEY. México.
7. Gómez, G. y Batista, C. (2006). Optimización de medios de cultivos para microorganismos, una valiosa estrategia para la producción de biopreparados de interés agrícola. Cultivos Tropicales, vol. 27, núm. 3:17-24.
8. Leveau, J.Y. y M. Bouix. (2000). Microbiología Industrial: los microorganismos de interés industrial. 1ª edición. Editorial Acribia. España.
9. Mara D. y Horan, N. (2003). Handbook of Water and Wastewater Microbiology. Ed. Academic Press, Amsterdam.
10. Ortiz, S. y E. Ezcurra. (2001). Los organismos genéticamente modificados y el medio ambiente. Gaceta Ecológica, núm. 60: 29-36
11. Rodríguez Gómez, R. M.G. Rodríguez y Paipilla. (2015). Organismos genéticamente modificados, seguridad alimentaria y salud: Trascendiendo la epidemiología y la salud pública. Revista Salud Bosque. Vol. 5, 2:67-78.
12. Sarabia Méndez, M.A., J. R. Laines Canepa, J. A. Sosa Olivier y E. Escalante Espinosa. (2017). Producción de biogás mediante codigestión anaeróbica de excretas de borrego y rumen adicionadas con lodos procedentes de una planta de aguas residuales. Rev. Int. Contam. Ambie. 33 (1):109-116.
13. Scragg, A.H. (2002). Biotecnología para ingenieros en sistemas biológicos. Editorial LIMUSA. México.
14. Velásquez, J. A.I,II Beltrán, D.I Padilla, L.I y Giraldo, G. (2010). Obtención de ácido cítrico por fermentación con *aspergillus niger* utilizando sustrato de plátano dominico hartón (*musa aab simmonds*) maduro. Revista Tumbaga. 5:135-147.
15. Wang, Daniel I.C., Cooney, Charles L., Demain, Arnold L., Dunnell, Peter., Humphrey Arthur y Lilly Malcolm. (1979). Fermentation and Enzyme Technology. 1ª ed. John Willey and Sons. U.S.A.
16. Zeballos López, L. y E. Espinoza Mendoza. (2014). Genética bacteriana. Revista de actualización clínica. 49:2599-2602.