
	Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	Código: TecNM-AC-PO-007-02	
		Revisión: 0	
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1	Página 1 de 14	

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Fermentaciones
Clave de la asignatura:	BID-2001
SATCA¹:	2-3-5
Carrera:	Licenciatura en Biología

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

El curso de Fermentaciones industriales, dictado como un curso optativo, utiliza de conocimientos previos en Bioquímica, Microbiología, Biología Celular y Molecular, con el objeto de formar al estudiante de la Licenciatura en Biología en la última etapa de su formación si es que se encamina por el área de la Biotecnología. La información se incluye en temas relacionados con aspectos genéticos de los microorganismos dirigidos hacia la producción y selección de cepas de hongos y bacteria benéficos : como el tratamiento de desechos agro-industriales o materias primas costosas, para la producción de medios de cultivo; con el aspecto fisiológico de los procesos fermentativos y respiratorios; con el recobramiento de los productos del metabolismo microbiano y con el procesamiento de esos productos y el estudio de pruebas y formas de aplicación. La formación pretende que el estudiante desarrolle el hábito de crear soluciones e improvisar respuestas a problemas biológicos relacionados con la aplicación de la biotecnología. Se le crearán condiciones óptimas, dentro de nuestras posibilidades, para que comience a conducir una investigación y la lleve a buen término con ayuda de compañeros y Profesores. Se le dará la oportunidad de que compare las escalas de investigación y detecte los problemas que trascienden de los incrementos de escala hasta nivel de planta piloto. Las visitas a diversas industrias y problemas ambientales en su entorno le permitirán apreciar las posibilidades del conocimiento adquirido en la resolución de problemas de interés social, económico, industrial y ambiental. Se le hará ver al estudiante la necesidad de precisar los aspectos económicos de los diferentes procesos con los que pueda relacionarse. Se le ayudará a entender la necesidad de comprender los procesos de Fermentación líquida y sólida para poder establecer junto con él los diagramas de flujo operativos de los sistemas fisiológicos microbianos. Los criterios de evaluación tienen un carácter de proceso continuo en el cual la realimentación oportuna a los estudiantes acerca de su desempeño será factor clave en logro de las competencias, de manera que el estudiante realizará trabajos previos y posteriores a las sesiones de clase como: investigación documental de temas, elaboración de representaciones gráficas y resolución de problemas; trabajo activo en clase (resolución de

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad

Código: TecNM-AC-PO-007-02

Revisión: 0

Referencia a la Norma ISO 9001:2015
8.3, 8.3.1

Página 2 de 14



problemas tipo y exposiciones ante el grupo); y presentación de las evaluaciones tanto las que señale el calendario oficial respectivo.

Intención didáctica

Finalmente los estudiantes verán como estas técnicas se integran en proyectos concretos con fines prácticos y aplicados mediante el estudio de casos seleccionados y otros sugeridos a partir de problemas existentes en diversas esferas de la vida práctica. El estudiante deberá realizar las siguientes actividades didácticas: Desarrollo de Mapas Conceptuales, Cuadros comparativos, Fichas técnicas, Exposiciones, Paneles de Discusión, Prácticas de Laboratorio y Examen Escrito. A excepción del examen escrito todas las demás actividades se sugiere realizarlas en equipos de trabajo. El profesor debe aplicar el método constructivista y ser un facilitador de la integración de conocimiento asimilado en las asignaturas precedentes para integrarlas. Los conocimientos de los procesos de Biología celular y Molecular, Bioquímica, Microbiología serán la base para explicar y entender los procesos de Fermentación solida (FMS) y líquida (FML), las cuales se abordarán más profundamente. La integración será también la base para ir a las particularidades de la estructura y fisiología de cepas de microorganismos de bacterias y hongos benéficos para la obtención de diversos metabolitos de interés industrial, bebidas y alimentos, medicamentos, procesos de biorremediación de suelos, agua, diseño de reactores biológicos entre otros.. El trabajo de laboratorio está compuesto de manera tal que una práctica da la base para la segunda y así sucesivamente con el fin de lograr una continuidad. El profesor orientará el estudio individual en cuanto a la búsqueda y selección de proyectos aplicados que serán discutidos en pleno en el salón de clases. La visita guiada a diversas empresas será importante para conocer los procesos de fermentación su aplicación así como su infraestructura.



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	Código: TecNM-AC-PO-007-02
	Revisión: 0
Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1	Página 3 de 14



3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana Villa Montemorelos, Durango, Dgo Marzo de 2020	M.C. Gabriel Nicolás Aviña Martínez. Dr. Jesús García Pereyra M.C. Rosa Bertha Rubio Graciano	Revisión y actualización del Programa de la Especialidad de Biotecnología de la Licenciatura en Biología.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p>Comprender las bases de la Fisiología microbiana que rigen los procesos de fermentación solida (FMS) y liquida (FML), conocimiento y manejo de diseño de reactores biológicos y visualizar el potencial de su uso.</p> <p>Reconocer la importancia de los procesos de fermentación solida (FMS) y liquida (FML), reconocer los avances de su investigación, así como su relación con otras asignaturas.</p> <p>Conocer el concepto de Fermentación y su relación con otras ciencias Recordar la base teórica de los procesos fisiológicos que rigen el funcionamiento de los seres vivos.</p> <p>Aplicar los conocimientos de los tipos de fermentación, fisiología microbiana de cepas benéficas de bacterias y hongos, diseño de reactores biológicos a nivel de planta piloto y técnicas de experimentación.</p> <p>Conocer las aproximaciones experimentales más actuales para el estudio de los procesos de fermentación y su implicación en el control de respuestas.</p> <p>Adquirir capacidad de acceder y hacer búsquedas en bases de datos públicas con información científica y técnica.</p> <p>Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, entre otros.</p> <p>Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.</p> <p>Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica.</p>



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	Código: TecNM-AC-PO-007-02
	Revisión: 0
Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1	Página 4 de 14



5. Competencias previas

Comprender la importancia de las Fermentaciones, reconocer los avances de su investigación, así como su relación con otras asignaturas.

- Procesos básicos de Biología Molecular y Genética.
- Fundamentos de la Unidad y Diversidad del mundo vivo.
- Evolución de las especies.
- Métodos y técnicas de Laboratorio microbiológico y celular.
- Metabolismo primario de distintas especies.
- Identificación estructural y funcional de los microorganismos.
- Antecedentes acerca de nomenclatura de compuestos orgánicos e inorgánicos.
- Interacciones moleculares, potencial de hidrógeno.
- Preparación de soluciones, ácidos y bases.
- Instrumentación de laboratorio.
- Síntesis de proteínas.
- Estructura y función de los ácidos nucleicos.
- Procesos metabólicos y enzimáticos.
- Estructuras de las células.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Desarrollo histórico de las Fermentaciones.	1.1. Definición de Fermentación y Biotecnología. 1.2. Breve antecedente histórico. 1.3. Desarrollo y campo de aplicación.
2	Esquema general de los proceso de Fermentación.	2.1 Respiración. 2.1.1 Respiración aerobia y anaerobia en quimio heterótrofos. 2.1.2 Respiración aerobia en quimiótrofos. 2.2 Fermentaciones. 2.2.1 Concepto de fermentación desde el punto de vista bioquímico y desde el punto de vista industrial. 2.2.2 Tipos de fermentaciones. 2.2.3 Rendimiento energético de la respiración y fermentación. 2.2.4 Rutas metabólicas que utilizan



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad

Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1

Código: TecNM-AC-PO-007-02

Revisión: 0

Página 5 de 14



		<p>energía.</p> <p>2.3 Microorganismos industriales.</p> <p>2.3.1 Posibilidades de utilización de los microorganismos.</p> <p>2.3.2 Características que deben reunir los microorganismos industriales.</p> <p>2.3.3 Grupos microbianos de interés industrial.</p> <p>2.3.4. Aislamiento y selección de microorganismos de interés industrial.</p> <p>2.3.5 Métodos de selección, mantenimientos y conservación de los microorganismos.</p> <p>2.3.6 Cultivos iniciadores.</p> <p>2.3.7 Preparación de inóculos.</p>
3	Métodos de fermentación.	<p>3.1 Nutrición de los microorganismos.</p> <p>3.2 Substratos y medios de cultivo para la fermentación industrial.</p> <p>3.3 Materias primas y medios de cultivo empleados en la industria.</p> <p>3.3.1 Substratos utilizados como fuente de carbono: extracto de malta, almidón, glucosa, sacarosa, melazas, lípidos, etanol, metanol, alcanos, otros.</p> <p>3.3.2 Substratos utilizados como fuente de nitrógeno: líquido de maceración del maíz, harina de soja, extracto de levadura, peptona, residuos de la destilación de alcohol.</p> <p>3.3.3 Fuente de vitaminas y sales minerales.</p> <p>3.3.4 Substratos complejos.</p> <p>3.4 Cinética del crecimiento microbiano: fermentación continua y por cargas.</p> <p>3.5 División bacteriana y fases del crecimiento.</p> <p>3.6 Determinación de la biomasa y otros</p>



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad

Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1

Código: TecNM-AC-PO-007-02

Revisión: 0

Página 6 de 14



		<p>parámetros.</p> <p>3.7 Fermentación continua y discontinua.</p> <p>3.8 Crecimiento exponencial balanceado</p> <p>3.9 Cultivo continuo.</p> <p>3.10 Ventajas e inconvenientes de los sistemas de cultivo continuo.</p> <p>3.11 El quimiostato.</p> <p>3.12 Diseño de fermentadores y factores que afectan al rendimiento de las fermentaciones.</p> <p>3.13 Fermentadores.</p> <p>3.13.1 Diseño y descripción de los componentes básicos.</p> <p>3.13.2 Aireación y agitación.</p> <p>3.13.3 Instrumentación y control.</p> <p>3.13.4 Sistemas de medida.</p> <p>3.13.5 Sistemas de esterilización.</p> <p>3.13.6 Fermentadores de laboratorio.</p> <p>3.13.7 Fermentadores a escala piloto.</p> <p>3.13.8 Factores que afecten al rendimiento de las fermentaciones</p> <p>3.13.9 Agitación, aireación y mezclado.</p> <p>3.13.10 Número de Reynolds.</p> <p>3.13.11 Potencia necesaria en un fermentador.</p> <p>3.13.12 Efecto de la viscosidad, temperatura y pH.</p> <p>3.13.13 Aporte de oxígeno.</p> <p>3.14 Fermentadores industriales.</p> <p>3.14.1 Instalaciones y técnicas empleadas.</p> <p>3.14.2 Escalado de un proceso en microbiología industrial.</p> <p>3.14.3 Etapas</p> <p>3.14.4 Problemas y factores asociados con el escalado de un proceso</p> <p>3.14.5 Dispositivos de una planta de fermentación.</p> <p>3.14.6 Tanque.</p>
--	--	---



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	Código: TecNM-AC-PO-007-02
	Revisión: 0
Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1	Página 7 de 14



		<p>3.14.7 Sistemas de esterilización.</p> <p>3.14.8 Sistemas de agitación y mezclado.</p> <p>3.14.9 Dispositivos de aireación.</p> <p>3.14.10 Filtros en profundidad.</p> <p>3.14.11 Sistemas de inoculación aséptica.</p>
4	Producción de metabolitos primarios y secundarios.	<p>4.1 Metabolitos primarios.</p> <p>4.1.1 Ácidos orgánicos.</p> <p>4.1.2 Aminoácidos.</p> <p>4.1.3 Producción industrial de etanol.</p> <p>4.1.4 Vitaminas.</p> <p>4.1.5 Nucleótidos y Nucleósidos.</p> <p>4.1.6 Aplicaciones en la industria alimentaria.</p> <p>4.1.7 Métodos de producción de metabolitos primarios.</p> <p>4.2 Metabolitos secundarios.</p> <p>4.2.1 Producción industrial de enzimas.</p> <p>4.2.2 Producción de bebidas alcohólicas (cerveza, vino, sidra y bebidas destiladas).</p> <p>4.2.3 Producción de vinagre.</p> <p>4.2.4 Producción de pan.</p> <p>4.2.5 Producción de lácteos.</p> <p>4.2.6. Producción de Bioinsecticidas, Biobactericida y Biofertilizantes.</p> <p>4.2.7 Biorremediación de aguas y suelo.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1. Desarrollo Histórico de las fermentaciones.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Realiza un análisis sobre el desarrollo de los procesos de fermentación, desde las ciencias que le dieron origen, hasta su formalización como una disciplina integradora.</p> <p>Analiza la información encontrada en bibliografía a cerca de las propiedades físicas</p>	<p>Discutir sobre el desarrollo de las Fermentaciones, desde las ciencias que le dieron origen, hasta su formalización como una disciplina integradora.</p> <p>Discutir información encontrada en bibliografía a cerca de las propiedades físicas y química de las fermentaciones en la biotecnología.</p>



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad

Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1

Código: TecNM-AC-PO-007-02

Revisión: 0

Página 8 de 14



<p>y químicas de los procesos de fermentación en la Biotecnología.</p> <p>Realiza un análisis de los diferentes descubrimientos que permitieron el desarrollo de los procesos de fermentación en la Biotecnología.</p> <p>Investiga los aspectos más importantes del desarrollo de la investigación científica en México y conocer las instancias que aplican esta disciplina en México.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de organizar y planificar.</p> <p>Comunicación oral y escrita en su propia Lengua.</p> <p>Habilidades para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</p> <p>Solución de problemas.</p> <p>Toma de decisiones.</p> <p>Habilidades básicas para el manejo de la computadora.</p>	<p>Realizar un análisis de los diferentes descubrimientos que permitieron el desarrollo de las fermentaciones.</p> <p>Investigar los aspectos más importantes del desarrollo de la investigación científica en México y conocer las instancias que aplican esta disciplina en México.</p> <p>Investigar los descubrimientos que permitieron el conocimiento y desarrollo de las fermentaciones</p> <p>Reconocer la importancia del descubrimiento de los procesos de fermentación, en la biotecnología.</p> <p>Analizar y discutir el desarrollo presente y futuro de los procesos de fermentación, en México y en el mundo.</p> <p>Investigar los aspectos de la organización de los procesos de fermentación en la Biotecnología.</p> <p>Elaborar un escrito, donde se describan las características de los procesos de fermentación en la Biotecnología.</p>
--	---

Tema 2. Esquema general de los proceso de fermentación.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Realiza un Esquema general de los procesos de fermentación.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad de organizar y planificar.</p> <p>Comunicación oral y escrita en su propia Lengua.</p>	<p>Obtener los conocimientos básicos y de Respiración aerobia y anaerobia en quimio heterótrofos y Respiración aerobia en quimiótrofos</p> <p>Analizar la importancia de las Fermentaciones. Concepto de fermentación desde el punto de vista bioquímico y desde el punto de vista industrial, Tipos de fermentaciones.</p> <p>Rendimiento energético de la respiración y</p>



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	Código: TecNM-AC-PO-007-02
	Revisión: 0
Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1	Página 9 de 14



<p>Habilidades para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</p> <p>Solución de problemas.</p> <p>Toma de decisiones.</p> <p>Habilidades básicas para el manejo de la computadora.</p>	<p>fermentación. Rutas metabólicas que utilizan energía.</p> <p>Revisar la bibliografía relacionada de Microorganismos industriales.</p> <p>Posibilidades de utilización de los microorganismos.</p> <p>Características que deben reunir los microorganismos industriales.</p> <p>Grupos microbianos de interés industrial.</p> <p>Aislamiento y selección de microorganismos de interés industrial Métodos de selección, mantenimientos y conservación de los microorganismos Cultivos iniciadores y preparación de inóculos</p> <p>Analizar la información obtenida, mediante la discusión grupal en la Formulación de medios de cultivo y estandarización de los componentes a nivel industrial.</p> <p>Explicar la información entendida, mediante la resolución de un problema real.</p> <p>Identificar los procesos de los mecanismos y Características de un medio de cultivo industrial y contaminación</p> <p>Investigar y comparar métodos y de Características de los Inóculos, propagación e inoculación de fermentadores, recuperación y purificación de productos.</p>
Tema 3. Métodos de Fermentación.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s):	Obtener los conocimientos básicos de nutrición de los microorganismos, sustratos y medios de



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad

Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1

Código: TecNM-AC-PO-007-02

Revisión: 0

Página 10 de 14



<p>Describe y realiza los métodos de fermentación.</p> <p>Genéricas:</p>	<p>cultivo para la fermentación industrial, materias primas y medios de cultivo empleados en la industria.</p> <p>Utilizar los materiales, equipo de reactores biológicos a nivel de planta semi-piloto de Sistema de fermentación cerrada (Batch), Sistema de fermentación semi cerrada (Fed-Batch) y sistema de fermentación abierto o continuo.</p> <p>Revisar la bibliografía relacionada con los métodos de fermentación.</p> <p>Sistema de fermentación cerrada (Batch).</p> <p>Sistema de fermentación semi cerrada (Fed-Batch).</p> <p>Sistema de fermentación abierto o continuo. Factores que afecten al rendimiento de las fermentaciones, Agitación, aireación y mezclado, Número de Reynolds Potencia necesaria en un fermentador Efecto de la viscosidad, temperatura y pH.</p> <p>Analizar la información obtenida, mediante la discusión grupal</p> <p>Explicar la información entendida, mediante la resolución de un problema real.</p> <p>Investigar e Identificar los procesos de los mecanismos de variantes de los Métodos de fermentación.</p> <p>Sistema de fermentación cerrada (Batch).</p> <p>Sistema de fermentación semi cerrada (Fed-Batch).</p> <p>Sistema de fermentación abierto o continuo. Factores que afecten al rendimiento de las fermentaciones Agitación, aireación y</p>
---	--



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad
Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1

Código: TecNM-AC-PO-007-02
Revisión: 0
Página 11 de 14



	mezclado, Número de Reynolds, Potencia necesaria en un fermentador, Efecto de la viscosidad, temperatura y pH.
--	--

Tema 4. Producción de metabolitos primarios y secundarios.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Analiza e identifica los aspectos en la Producción de metabolitos primarios y secundarios.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Capacidad creativa.</p> <p>Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</p>	<p>Obtener los conocimientos básicos de los Métodos de producción de Metabolitos primarios y Metabolitos secundarios.</p> <p>Analizar la importancia de los Métodos de producción de metabolitos primarios.</p> <p>Metabolitos secundarios; Producción industrial de enzimas, Producción de bebidas alcohólicas (cerveza, vino, sidra y bebidas destiladas), Producción de vinagre, Producción de pan, Producción de lácteos, Producción de Bioinsecticida, Biobactericida y Biofertilizantes., Biorremediación de aguas y suelo.</p> <p>Utilizar los materiales , equipo de un bioreactor de los Sistemas de control de temperatura, pH, aireación, agitación, Sistemas de muestreo, Medidores de flujo , control de gases y líquidos, Control y vigilancia de un proceso, Esterilización de un Bio-reactor industrial.</p> <p>Revisar la bibliografía relacionada con los materiales , equipo de un bioreactor de los Sistemas de control de temperatura, pH, aireación , agitación, Sistemas de muestreo, Medidores de flujo , control de gases y líquidos, Control y vigilancia de un proceso, Esterilización de un Bio-reactor industrial.</p> <p>Analizar la información obtenida, mediante la discusión grupal.</p>



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad

Código: TecNM-AC-PO-007-02

Revisión: 0

Referencia a la Norma ISO 9001:2015
8.3, 8.3.1

Página 12 de 14



	Explicar la información entendida, mediante la resolución de un problema real.
--	--

8. Práctica(s)

- 1.- Que son las fermentaciones, diagrama típico Cepa microbiana.
- 2.- Conocimiento del Fermentador, activación del inóculo, preparación del medio de cultivo.
- 3.- Alimentación del fermentador, inoculación y selección de condiciones ambientales.
- 4.- Cultivo por lote, en medio de cultivo liquido (FML) cinética de crecimiento.
- 5.- Cultivo en medio de cultivo solido (FMS), Cinética de crecimiento.
- 6.-Técnica de cultivo continuo, semi-continuo, en serie. Determinación de sustrato y producto a la muestra tomada.
- 7.-Parametros de fermentación: transferencia de oxigeno; Métodos Directos, Métodos Indirectos, aireación, agitación, pH, Temperatura, porcentaje de inoculo, etc.
- 8.- Producción de Bioinsecticida y Biofertilizantes en medio solido (FMS).
- 9.-Produccion de bebidas alcohólicas (cerveza, vino, tequila, mezcal).
- 10.-Produccion de Antibióticos.
- 11.-Produccion de enzimas.
- 12.- Producción de Proteínas recombinantes.
- 13.- Biorremediación de suelos y agua.



Programa de Estudio de asignatura de Especialidad	Código: TecNM-AC-PO-007-02
	Revisión: 0
Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.3, 8.3.1	Página 13 de 14



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 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 comunitaria, 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 metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

Para evaluar las actividades de aprendizaje se recomienda solicitar: mapas conceptuales, reportes de prácticas, estudios de casos, exposiciones en clase, ensayos, problemas, reportes de visitas, portafolio de evidencias y cuestionarios.

Para verificar el nivel del logro de las competencias del estudiante se recomienda utilizar: listas de cotejo, listas de verificación, matrices de valoración, guías de observación, coevaluación, autoevaluación y portafolio de evidencias.

11. Fuentes de información

BALTZ, R., HEGEMAN, G. y SKATRUD, P.: 1993, Industrial microorganisms: basic and applied molecular genetics. ASM Press. Washington, D. C.

Bamforth, C.W. (2005). Food, Fermentation and Microorganisms. Blackwell Science



Programa de Estudio de asignatura de
Especialidad

Código: TecNM-AC-PO-007-02

Revisión: 0

Referencia a la Norma ISO 9001:2015
8.3, 8.3.1

Página 14 de 14



- Bullock, J. Kristiansen, B. (1991). *Biología Básica*. Editorial Acribia.
- CRUEGER, W. y CRUEGER, A. *Biología: Manual de Microbiología Industrial*. Editorial Acribia, Zaragoza. 1993.
- DEMAIN, A. y SOLOMON, N.: 1985, *Biology of industrial microorganisms*. The Benjamin / Cummings Publishing Company, Inc. London.
- García-Garibay, Quintero-Ramírez & López-Munguía. (1998). *Biología alimentaria*. Acribia
- García-Ochoa, F. and E. Gomez (2009). "Bioreactor scale-up and oxygen transfer rate in microbial processes: An overview." *Biotechnology Advances* 27(2): 153-176.
- Hu, W.-S. and M. V. Peshwa (1991). "Animal cell bioreactors — recent advances and challenges to scale-up." *The Canadian Journal of Chemical Engineering* 69(2): 409-420
- Irving J. Dunn, Elmar Heinzle, John Ingham, Jiri E. Prenosil (2014), *Biological Reaction Engineering: Dynamic Modelling Fundamentals with Simulation Examples*. Wiley
- James Edwin Bailey y David F. Ollis, *Biochemical engineering fundamentals* (1986) McGrawHill
- Klaas van't Riet and Johannes Tramper, *Basic Bioreactor Design* (1991), CRC Press
- Lee, B.H. (2000). *Fundamentos de Biología de los alimentos*. Acribia
- Miura, S., T. Arimura, et al. (2003). "Optimization and scale-up of L-lactic acid fermentation by mutant strain *Rhizopus* sp. MK-96-1196 in airlift bioreactors." *Journal of Bioscience and Bioengineering* 96(1): 65-69
- Ostergaard, S., Olsson L., Nielsen J. (2000). *Metabolic Engineering of *Saccharomyces cerevisiae**. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 64:30-50
- Palladino, W.J., (2010). *Introducción a la Biología*. THIEMAN, Pearson
- PRIMROSE, S. B.: 1993, *Modern Biotechnology*. Blackwell Scientific Publications. Oxford,
- Reinhard Renneberg (2008) *Biología para principiantes*. Editorial Reverté
- Singleton, P. (2004). *Bacterias en biología, biología y medicina*. Zaragoza: Acribia.
- Sweere, A. P. J., K. C. A. M. Luyben, et al. (1987). "Regime analysis and scale-down: Tools to investigate the performance of bioreactors." *Enzyme and Microbial Technology* 9(7): 386-398.