

**PROGRAMA DE ESTUDIO**

<b>Nombre de la asignatura: PROCESOS DE FERMENTACIÓN</b>						
<b>Clave: PRC02</b>		<b>Ciclo Formativo:</b> Básico ( ) Profesional ( ) Especializado ( X )				
<b>Fecha de elaboración: MARZO DE 2015</b>						
<b>Horas Semestre</b>	<b>Horas semana</b>	<b>Horas de Teoría</b>	<b>Horas de Práctica</b>	<b>Créditos</b>	<b>Tipo</b>	<b>Modalidad</b>
64	4	2	2	8	Teórica (X) Teórica-práctica ( ) Práctica ( )	Presencial ( X ) Híbrida ( )
<b>Semestre recomendado:</b> A partir de 7°					<b>Requisitos curriculares:</b> Ninguno	
<b>Programas académicos en los que se imparte:</b> I.Q.						
<b>Conocimientos y habilidades previos:</b> El alumno deberá tener los conocimientos fundamentales de bioquímica, diseño de experimentos e Instrumentación. Asimismo, deberá ser capaz de comprender diferentes textos de divulgación científica escritos en inglés						

**1. DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA:**

El Curso de Procesos de Fermentación forma parte de la carrera de Ingeniería Química, siendo una asignatura de carácter optativa, que se recomienda cursarla a partir del séptimo semestre. El curso es de tipo teórico-práctico de 8 créditos, por lo que se imparte durante 16 semanas con un tiempo de 4 horas presenciales a la semana distribuidos 2 horas de práctica y dos horas de laboratorio. Para su mejor aprovechamiento, el estudiante deberá haber cursado las asignaturas de inglés, Bioquímica, Modelado y simulación de procesos, Diseño de Experimentos e Instrumentación. Esta asignatura proporcionará los conocimientos fundamentales en los procesos básicos de biotecnología aplicados a la industria, sus diseños y manejo de materias primas. Asimismo, aportará las bases científicas para asignaturas posteriores, como son Bioingeniería y Diseño de Reactores Bioquímicos

**2. CONTRIBUCIÓN DE LA ASIGNATURA AL PERFIL DE EGRESO**

Esta asignatura contribuye con la formación disciplinaria del Ingeniero Químico ya que proporciona la especialidad en el área optativa de procesos que les permitirán aplicar los conocimientos para construir escenarios de solución a problemas inherentes de su formación profesional. Así mismo promueve la investigación y configura actitudes y valores de compromiso humano y social inherentes a su práctica profesional

**3. CONTROL DE ACTUALIZACIONES**

Fecha	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
MARZO 2015	M.B. Daniel Morales Guzmán	Emisión del documento



#### 4. OBJETIVO GENERAL

Adquirir una visión completa sobre la utilización de los microorganismos y las enzimas en los procesos biotecnológicos industriales. Para ello se estudiarán las bases de la biotecnología considerando a las especies microbianas útiles en los procesos alimentarios, el crecimiento y las fermentaciones, así como el metabolismo asociado a la producción de compuestos de interés industrial

#### 5. COMPETENCIAS GENÉRICAS y/o TRANSVERSALES AL MODELO UNIVERSITARIO

Generación y aplicación de conocimiento	Aplicables en contexto
Capacidad de abstracción, análisis y síntesis	Habilidad para el trabajo en forma colaborativa
Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente	Habilidad para aplicar los conocimientos en la práctica
Capacidad para la investigación	Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión
Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación	
Sociales	Éticas
Capacidad de trabajo en equipo	Compromiso con la calidad
Habilidades interpersonales	Compromiso social y ético

#### 6. CONTENIDO TEMÁTICO

UNIDAD	TEMA	SUBTEMA
1	Introducción	1.1 Historia de los procesos de fermentación 1.2 Biotecnología clásica y moderna 1.3 Organismos de interés biotecnológico 1.4 Metabolismo microbiano 1.4.1 Metabolitos primarios 1.4.2 Metabolitos secundarios
2	Esquema general de los procesos 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 energía



		(anabolismo) 2.3 Microorganismos industriales 2.3.1 Posibilidades de utilización de los microorganismos 2.3.2 Características que deben reunir los microorganismos industriales 2.3.3 Grupos microbianos de interés industrial 2.3.4. Aislamiento y selección de microorganismos de interés industrial 2.3.5 Métodos de selección, mantenimientos y conservación de los microorganismos 2.3.6 Cultivos iniciadores 2.3.7 Preparación de inóculos
3	Métodos de fermentación	3.1 Nutrición de los microorganismos 3.2 Substratos y medios de cultivo para la fermentación industrial 3.3 Materias primas y medios de cultivo empleados en la industria 3.3.1 Substratos utilizados como fuente de carbono : extracto de malta, almidón, glucosa, sacarosa, melazas, lípidos, etanol, metanol, alcanos, otros 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 3.3.3 Fuente de vitaminas y sales minerales 3.3.4 Substratos complejos 3.4 Cinética del crecimiento microbiano: fermentación continua y por cargas 3.5 División bacteriana y fases del crecimiento 3.6 Determinación de la biomasa y otros parámetros 3.7 Fermentación continua y discontinua 3.8 Crecimiento exponencial balanceado 3.9 Cultivo continuo 3.10 Ventajas e inconvenientes de los sistemas de cultivo continuo 3.11 El quimiostato 3.12 Diseño de fermentadores y factores que afectan al rendimiento de las fermentaciones 3.13 Fermentadores 3.13.1 Diseño y descripción de los componentes básicos 3.13.2 Aireación y agitación



		<ul style="list-style-type: none"><li>3.13.3 Instrumentación y control</li><li>3.13.4 Sistemas de medida</li><li>3.13.5 Sistemas de esterilización</li><li>3.13.6 Fermentadores de laboratorio</li><li>3.13.7 Fermentadores a escala piloto</li><li>3.13.8 Factores que afecten al rendimiento de las fermentaciones</li><li>3.13.9 Agitación, aireación y mezclado</li><li>3.13.10 Número de Reynolds</li><li>3.13.11 Potencia necesaria en un fermentador</li><li>3.13.12 Efecto de la viscosidad, temperatura y pH</li><li>3.13.13 Aporte de oxígeno</li><li>3.14 Fermentadores industriales<ul style="list-style-type: none"><li>3.14.1 Instalaciones y técnicas empleadas</li><li>3.14.2 Escalado de un proceso en microbiología industrial</li><li>3.14.3 Etapas</li><li>3.14.4 Problemas y factores asociados con el escalado de un proceso</li><li>3.14.5 Dispositivos de una planta de fermentación</li><li>3.14.6 Tanque</li><li>3.14.7 Sistemas de esterilización</li><li>3.14.8 Sistemas de agitación y mezclado</li><li>3.14.9 Dispositivos de aireación</li><li>3.14.10 Filtros en profundidad</li><li>3.14.11 Sistemas de inoculación aséptica</li></ul></li></ul>
4	Producción de metabolitos primarios y secundarios	<ul style="list-style-type: none"><li>4.1 Metabolitos primarios<ul style="list-style-type: none"><li>4.1.1 Ácidos orgánicos</li><li>4.1.2 Aminoácidos</li><li>4.1.3 Producción industrial de etanol</li><li>4.1.4 Vitaminas</li><li>4.1.5 Nucleótidos y Nucleósidos</li><li>4.1.6 Aplicaciones en la industria alimentaria</li><li>4.1.7 Métodos de producción de metabolitos primarios</li></ul></li><li>4.2 Metabolitos secundarios<ul style="list-style-type: none"><li>4.2.1 Producción industrial de enzimas</li><li>4.2.2 Producción de bebidas alcohólicas (cerveza, vino, sidra y bebidas destiladas)</li><li>4.2.3 Producción de vinagre</li><li>4.2.4 Producción de pan</li><li>4.2.5 Producción de lácteos</li><li>4.2.6 Tipos de quesos</li></ul></li></ul>



## 7. UNIDADES DE COMPETENCIAS DISCIPLINARES

Unidad 1: Introducción		
<b>Competencia de la unidad:</b> Identifica los procesos de fermentación que se han desarrollado a lo largo de la historia y define la importancia de sus aplicaciones en la vida moderna		
<b>Objetivos de la unidad:</b> Conocer los sistemas biológicos empleados en los procesos de fermentación		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Tipos de reacciones bioquímicas, características de los microorganismos y metabolismo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Expresión de condiciones cotidianas</li><li>• Pensamiento crítico</li><li>• Capacidad de deducir las acciones para obtener un producto</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Puntualidad</li><li>• Atención al entorno</li><li>• Interés</li></ul>
<b>Estrategias de enseñanza:</b> Presentación del profesor, lluvias de ideas		<b>Recursos didácticos</b> Proyector digital, artículos científicos

Unidad 2: Esquema general de los procesos de fermentación		
<b>Competencia de la unidad:</b> Identifica las etapas desde el punto de vista bioquímico en el desarrollo de productos biotecnológicos		
<b>Objetivos de la unidad:</b> Identificar los procesos bioquímicos para la respiración y la fermentación		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Respiración anaerobia/aerobia, fermentaciones y microorganismos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desarrollo y profundización de conocimientos, destrezas y habilidades técnicas</li><li>• Pensamiento crítico</li><li>• Capacidad de deducir las acciones para obtener un producto</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Puntualidad</li><li>• Proactivo</li><li>• Respetuoso</li><li>• Diálogo</li><li>• Responsabilidad</li><li>• Honestidad</li></ul>
<b>Estrategias de enseñanza:</b> Presentación del profesor, lluvia de ideas, aprendizaje basado en problemas		<b>Recursos didácticos</b> Proyector digital, artículos científicos, computadora personal, software, laboratorio de docencia

**Unidad 3: Métodos de fermentación**

**Competencia de la unidad:** Define los componentes necesarios para el proceso de fermentación en sus diferentes niveles, así como su control de proceso

**Objetivos de la unidad:** Identificar las necesidades nutricionales para el desarrollo de los microorganismos en fermentación. Conocer las etapas de crecimiento de los microorganismos y distinguir los diferentes tipos de fermentadores desde escala laboratorio a industriales

**Elementos de Competencia Disciplinar**

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Características de microorganismos, diseño de equipo y microbiología	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desarrollo y profundización de conocimientos, destrezas y habilidades técnicas</li><li>• Pensamiento crítico</li><li>• Capacidad de deducir las acciones para obtener un producto</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Puntualidad</li><li>• Proactivo</li><li>• Respetuoso</li><li>• Diálogo</li><li>• Responsabilidad</li><li>• Honestidad</li></ul>
<b>Estrategias de enseñanza:</b> Presentación del profesor, lluvia de ideas, aprendizaje basado en problemas		<b>Recursos didácticos</b> Equipo audiovisual, artículos científicos, computadora personal, software, laboratorio de docencia

**Unidad 4: Producción industrial de metabolitos primarios y secundarios**

**Competencia de la unidad:** Discute las bases de diseño y construcción de biorreactores, desde los balances de materia y energía, crecimiento celular y producción de compuestos de interés y las principales variables que afectan el diseño de reactores bioquímicos

**Objetivos de la unidad:** Formular los diferentes balances implicados en el diseño de biorreactores. Deducir los rendimientos en los procesos biológicos. Resumir las cinéticas involucradas en el crecimiento de los microorganismos

**Elementos de Competencia Disciplinar**

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Metabolitos, balance de masa, bioquímica, síntesis y purificación de productos biotecnológicos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Determinación de soluciones y alternativas</li><li>• Pensamiento crítico</li><li>• Solución de problemas</li><li>• Toma de decisiones</li><li>• Capacidad para tomar decisiones</li><li>• Capacidad de análisis, síntesis y evaluación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Puntualidad</li><li>• Proactivo</li><li>• Respetuoso</li><li>• Diálogo</li><li>• Responsabilidad</li><li>• Honestidad</li></ul>
<b>Estrategias de enseñanza:</b> Presentación del profesor, lluvia de ideas, aprendizaje basado en problemas		<b>Recursos didácticos:</b> Proyector digital, artículos científicos, computadora personal, software, laboratorio de docencia



## 8. EVALUACIÓN.

### Documentos de referencia:

Reglamento General de Exámenes de la UAEM

Reglamento de la FCQel:

ARTÍCULO 80. -En las asignaturas teóricas y teórico-prácticas, la calificación que se asentará en el acta de examen ordinario será el promedio ponderado de mínimo 3 evaluaciones parciales y un examen de carácter departamental que incluya los contenidos temáticos de la asignatura. Cada evaluación parcial estará integrada por un examen parcial y las actividades inherentes a cada asignatura

## 9. FUENTES DE CONSULTA.

### Bibliografía básica:

Bullock, J. Kristiansen, B. (1991). Biotecnología Básica. Editorial Acribia

Ratledge, C., Kristiansen (2009). Biotecnología básica (2ª ed.) Editorial Acribia

Reinhard Renneberg (2008) Biotecnología para principiantes. Editorial Reverté

Smith, J.E. (2009) Biotechnology (5ed.). Cambridge University Press

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

### Bibliografía complementaria:

Lee, B.H. (2000). Fundamentos de Biotecnología de los alimentos. Acribia

James Edwin Bailey y David F. Ollis, Biochemical engineering fundamentals (1986) McGraw-Hill

Irving J. Dunn, Elmar Heinzle, John Ingham, Jiri E. Prenosil (2014), Biological Reaction Engineering: Dynamic Modelling Fundamentals with Simulation Examples. Wiley

Klaas van't Riet and Johannes Tramper, Basic Bioreactor Design (1991), CRC Press

Palladino, W.J., (2010). Introducción a la Biotecnología. THIEMAN, Pearson

Singleton, P. (2004). Bacterias en Biología, Biotecnología y medicina. Editorial Acribia

Ostergaard, S., Olsson L., Nielsen J. (2000). Metabolic Engineering of *Saccharomyces cerevisiae*. Microbiology and Molecular Biology Reviews 64:30-50





García-Garibay, Quintero-Ramírez & López-Munguía. (1998). *Biotecnología alimentaria*. 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

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

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

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