

PROGRAMA DE CURSO

Unidad Académica			Tipo de actividad curricular	
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas			Obligatoria	
Semestre	SCT	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo no presencial	
X	5	2h cátedra 4h Laboratorio / Auxiliares	1,5h	
Nombre de la actividad curricular			Requisitos	
Ingeniería de Procesos en Fermentaciones CPCA5203-1			Microbiología e Inocuidad de los Alimentos Higiene y Sanidad Industrial	
Competencias del Plan Común a las que contribuye el curso			Sub-competencias	
<p>INV: C2 Concibe, diseña y/o ejecuta proyectos de investigación, aplicando las herramientas del método científico, con criterios de innovación, optimización y/o mejora, que contribuya a la solución de problemas y al desarrollo o generación de nuevos conocimientos de la Ciencia e Ingeniería en alimentos.</p> <p>IND: C1 Diseña y desarrolla productos y procesos, considerando las necesidades y exigencias del consumidor y de la empresa cumpliendo con las consideraciones técnicas y las normativas vigentes.</p> <p>IND: C2 Produce alimentos e ingredientes, empleando eficientemente los recursos y las tecnologías disponibles, asegurando la calidad y agregando valor a los productos a partir de la búsqueda de la optimización o innovación en éstos.</p> <p>GES: C1 Planifica, organiza, dirige, lidera, controla y coordina acciones, procesos y proyectos económicos, financieros, de comercialización y contables, además, de personas, aplicando criterio de eficiencia en empresas de alimentos y afines considerando escenarios y mercados cambiantes y dinámicos.</p> <p>GES: C2 Gestiona la operación de una planta de la industria alimentaria y afines considerando criterios técnicos, económicos, de calidad y medioambientales, y principios de higiene y seguridad industrial.</p>			<p>IND: 2.2 Selecciona y toma decisiones respecto a la adquisición y operación de los equipos implicados en los procesos industriales de producción de alimentos.</p> <p>IND: 2.4 Maneja y administra el ciclo de vida del alimento, desde la materia prima hasta el producto terminado, coordinando acciones de almacenamiento, logística y distribución.</p> <p>IND: 2.5 Realiza procedimientos de control, aseguramiento de calidad e inocuidad de los productos elaborados.</p> <p>GES: 1.4 Controla y monitorea procesos y resultados en función de los objetivos preestablecidos, realizando las acciones correctivas pertinentes.</p> <p>GES: 2.2 Gestiona integralmente los recursos energéticos y las materias primas implicados en la producción de alimentos, bajo los criterios de producción limpia y protección al medio ambiente.</p>	
PROPÓSITO GENERAL DEL CURSO				
<p>En este curso se relacionan los conocimientos de Microbiología con la Bioquímica, Genética, Química y Ciencias de la Ingeniería para la comprensión y desarrollo de procesos fermentativos y tecnologías asociadas en la producción de alimentos y bebidas, además de otros campos industriales. Los estudiantes integrarán conceptos básicos para diseñar, controlar y operar procesos que involucren el uso de microorganismos en las actividades industriales. Para lo anterior, realizarán actividades en laboratorio que les permitirán desarrollar habilidades para el trabajo con microorganismos (aislamiento, cultivo, preservación) utilizados en procesos de fermentación para la producción de alimentos.</p>				
RESULTADOS DE APRENDIZAJE				
<p>RA1: Aplica conocimientos de la microbiología, física y química en procesos industriales basados en el uso de microorganismos, para la obtención de productos o transformación de materiales.</p> <p>RA2: Diseña medios de cultivo para realizar la fermentación a nivel de producción industrial considerando las materias primas, requerimientos del microorganismo y rendimientos.</p>				

RA3: Calcula los parámetros cinéticos velocidad de crecimiento, velocidad de consumo de sustrato, velocidad de formación de producto, factores de rendimiento, para determinar rendimiento y productividad del proceso fermentativo.

RA4: Comprende técnicas de cultivo lote, lotes alimentados, cultivo continuo para conducir una fermentación y obtener un producto, biomasa o transformar sustancias.

RA5: Comprende los principios básicos de sistemas de aireación y agitación según el requerimiento de oxígeno del microorganismo para no limitar el cultivo por demanda de oxígeno.

RA6: Propone un proyecto (diseño de un proyecto innovador para responder problemas de la industria alimenticia, utilizando procesos de fermentación).

Competencias Genéricas

Trabajo en equipo.

Responsabilidad personal, social y con el medio ambiente.

Ética profesional.

Número	Resultados de Aprendizaje	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
I	RA 1	Conceptos básicos Microbiología Industrial	2
Contenidos		Indicadores de desempeño	Bibliografía por unidad
Sincrónico: <ul style="list-style-type: none"> • Antecedentes históricos y desarrollo de la Microbiología Industrial. • Actividades de los microorganismos. • Definición de fermentación. • Microorganismos de interés industrial. • Campos de aplicación industrial de los procesos fermentativos. 		<ul style="list-style-type: none"> • Relaciona actividades de los microorganismos con la aplicación industrial en diferentes campos.[1] 	1,2,3,4,5

Número	Resultados de Aprendizaje	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
II	RA 2	Cinética de fermentaciones	3
Contenidos		Indicadores de desempeño	Bibliografía por unidad

<ul style="list-style-type: none"> • Cinética de crecimiento, velocidades específicas y volumétricas, consumo de sustrato y formación de producto. Curva de crecimiento Modelos de crecimiento y formación de producto. Crecimiento en función de temperatura, pH, sustrato, concentración de oxígeno. Modelo de Monod. • Factores de rendimiento. Balance de masa y estequiometría de reacciones. Métodos cuantificación del crecimiento celular. • Rendimiento y productividad de fermentaciones. Cálculo del N° adecuado y económico de fermentadores en una instalación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grafica datos de crecimiento, consumo de sustrato y formación de producto • Construye curva crecimiento • Calcula velocidades de crecimiento, consumo de sustrato y formación de producto • Calcula factores de rendimiento. • Calcula Constante de saturación, K_s y velocidad específica máxima empleando modelo de Monod. • Determina rendimiento y productividad de un proceso. 	1,2,3,4,5
---	---	-----------

Número	Resultados de Aprendizaje	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
III	RA 3	Agitación y aireación en fermentaciones	3
Contenidos		Indicadores de desempeño	Bibliografía por unidad
<ul style="list-style-type: none"> • Suministro y demanda de oxígeno. Coeficiente volumétrico de transferencia de oxígeno ($K_L a$). Correlaciones de $K_L a$ con parámetros operacionales. Sistemas de agitación, potencia en sistemas agitados. Número de Reynolds, N° potencia, N° aireación. Cálculo de potencia en sistemas agitados. 		<ul style="list-style-type: none"> • Calcula demanda de oxígeno de un cultivo en base al crecimiento y coeficiente de rendimiento. • Determina $K_L a$ por método del sulfito. • Determina N° Reynolds, N° potencia y N° aireación para mostos empleados en el proceso. Calcula potencia aplicada a un sistema agitado y aireado en base a niveles de aireación y agitación adecuados a los requerimientos (demanda de oxígeno) del microorganismo utilizado. • Controla los parámetros de proceso de operación del fermentativo. 	1,2,3,4

Número	Resultados de Aprendizaje	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
IV	R4 – R6	Escalamiento	3
Contenidos		Indicadores de desempeño	Bibliografía por unidad
<ul style="list-style-type: none"> • Fermentadores, tipos, diseño, geometría. • Criterios de similitud y escalamiento. • Separación de los productos de una fermentación. • Esterilización de los medios y el aire. 		<ul style="list-style-type: none"> • Escala procesos en base a similitud geométrica del fermentador y considerando parámetros operacionales de aireación, agitación y potencia aplicada al sistema. • Distingue técnicas de separación/extracción. • Identifica operación de la autoclave. • Calcula tiempo de esterilización para procesos en "batch", en base a perfil temperatura tiempo del sistema. 	1,4

Metodologías	Requisitos de aprobación
<p>Estrategias de Enseñanza</p> <p>Clases expositivas</p> <p>Estudio de casos</p> <p>Desarrollo de un proyecto que resuelve problemas de la industria alimentaria utilizando procesos de fermentación</p> <p>Sesiones de laboratorios</p> <p>Actividades asincrónicas guiadas (cápsulas de video, Autoevaluaciones online, ejercicios de práctica).</p> <p>Actividades Asincrónicas Unidad 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cápsula de Video Introductoria: Visualización de un video corto (ej. 5-10 min) sobre los fundamentos de la microbiología industrial y sus aplicaciones. • Simulación: Metabolismo y reproducción de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <p>Actividades Asincrónicas Unidad 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Videos y capsulas sobre procesos de fermentación, fermentación alcohólica, y láctica • Autoevaluación Online: Cuestionario sobre los modelos de crecimiento y cálculo de parámetros cinéticos. <p>Actividades Asincrónicas Unidad 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulación: Factores que afectan la tasa de difusión • Autoevaluación Online: Cuestionario sobre cálculo de $K_L a$, números de Reynolds y potencia. <p>. Actividades Asincrónicas Unidad 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulación: Técnicas para mantener la esterilidad y cultivos puros, para procesos de fermentación en la industria alimentaria <p>Autoevaluación Online: Cuestionario sobre tipos de fermentadores, criterios de escalamiento y métodos de esterilización.</p>	<p>Evaluaciones y Ponderaciones:</p> <p>Controles = $0,6 * (0,5 * C1 + 0,5 * C2) + 0,4 * \text{Examen}$</p> <p>Proyecto y Laboratorio = $0,4 * \text{Informe} + 0,30 * \text{Presentación final} + 0,15 * \text{Informe de Laboratorio} + 0,05 * \text{Controles de Laboratorio} + 0,10 * \text{Presentación del Proyecto Avance}$</p> <p>Nota Final = $0,6 * \text{Controles} + 0,4 * \text{Proyecto y laboratorio}$.</p> <p>Bonus = 0,1 a la nota final por participación en clase, tendrán que contestar como mínimo en 3 clases para optar al bonus (preguntas al final de cada clase).</p> <p>Requisitos de aprobación: Nota de aprobación: 4,0. Asistencia a laboratorios es de un 100%. Las actividades de laboratorios son irrecuperables. Participación en Autoevaluaciones online asincrónicas (se integrará en la ponderación de Controles).</p>

Bibliografía y Material de Estudio

Para enriquecer el aprendizaje autónomo en Ingeniería de Fermentaciones, se recomiendan las siguientes plataformas gratuitas con recursos interactivos:

LabXchange.org: Esta plataforma ofrece una variedad de recursos interactivos relevantes para la microbiología y los bioprocesos:

Caminos y Videos Interactivos de Microbiología:

"Microorganisms: The Invisible World Around Us": Un camino que explora diferentes tipos de microorganismos, sus roles en los ecosistemas y su impacto en la salud humana a través de videos y textos interactivos. Es útil para la Unidad I (Conceptos básicos Microbiología industrial) https://www.labxchange.org/library/pathway/lx-pathway:4d7c3267-26f2-48bb-8084-d01c833077db?source=%2Flibrary%2Fclusters%2Fcluster%3ANASA_Space_Biology
https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:2978f62a:lx_simulation:1?fullscreen=true
<https://www.labxchange.org/library/books/lx-book:8a32dd47-c77d-3590-aef6-db18a5afdca>

Ejercicios de Revisión de Crecimiento Microbiano:

"Review Questions Related To Microbial Growth": Ejercicios de emparejamiento y opción múltiple que revisan conceptos sobre cómo crecen los microbios, sus requisitos de oxígeno, efectos del pH y la temperatura, y otras condiciones ambientales que afectan el crecimiento. Estos son excelentes para reforzar los fundamentos de la Unidad I y II. <https://www.labxchange.org/library/pathway/lx-pathway:c7c497d0-b358-3ddb-825e-fa11c02f129f/items/lx-pb:c7c497d0-b358-3ddb-825e-fa11c02f129f.html:0e448d9d>

Simulación: Los hongos de levadura generan gases como el dióxido de carbono al ingerir moléculas presentes en alimentos ricos en glucosa, como el pan. Esta actividad interactiva explora el proceso de fermentación observando cómo la glucosa se convierte en carbono.

https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:2978f62a:lx_simulation:1

Interactivos sobre Bioreactores:

"Hydrodynamics in a Bioreactor for Culturing Cells": Un interactivo desplazable que revisa los componentes básicos y funciones de un bioreactor, explica la importancia de una buena mezcla y aireación, y describe cómo el diseño del impulsor y las tasas de agitación determinan la hidrodinámica. Muy relevante para la Unidad III (Agitación y aireación en fermentaciones).

https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:7070f9a8:lx_simulation:1?fullscreen=true

"Process Control in a Bioreactor for Culturing Cells": Un interactivo desplazable que explica qué son los controles de proceso y por qué son necesarios para mantener condiciones óptimas en un bioreactor, revisando los tipos de sondas utilizadas para monitorear el cultivo celular.

Complementa la comprensión de la operación de bioreactores.

https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:0e71aa50:lx_simulation:1?fullscreen=true

Quizgecko.com (ChE 172 - Biochemical Engineering): Este recurso es ideal para la práctica de cálculo de parámetros cinéticos y conceptos de bioreactores. Ofrece preguntas de opción múltiple sobre cinética de crecimiento celular, la ecuación de Monod y la cinética de bioreactores (incluyendo configuraciones Batch y CSTR). Proporciona la respuesta correcta y "Study Notes" con explicaciones detalladas de los conceptos, así como "Flashcards" para memorizar definiciones clave. Es perfecto para la Unidad II (Cinética de Fermentaciones) y la Unidad III (Agitación y aireación en fermentaciones). <https://quizgecko.com/learn/che-172-biochemical-engineering-b4yzj1>

<https://chemquiz.net/kin/>

<https://quizgecko.com/learn/che-172-biochemical-engineering-b4yzj1/flashcards/view>

Bibliografía Recomendada

1. Principles of Fermentation Technology; Elsevier, 2017; ISBN 9780080999531.
2. "Biochemical Engineering", Shuichi Aiba, Arthur Humphrey, Nancy Mills. Academic Press Inc. 2° Ed.1973.
3. Biochemical Engineering and Biotechnology of Medicinal Mushrooms" editado por Marin Berovic y Jian-Jiang Zhong (2017).
4. Fermentation and Biochemical Engineering Handbook: Principles, Process Design, and Equipment" por Henry C. Vogel y Celeste L. Todaro (3ª edición, 2013).
5. Industrial Microbiology: An Introduction" por Michael J. Waites, Neil L. Morgan, John S. Rockey, y Gary Higton (2008).

Año de elaboración:

2025