

		<b>ASIGNATURA</b> <b>Procesos Biotecnológicos</b> <b>Año: 2023</b>							
<b>DOCENTE RESPONSABLE</b>									
Apellido y Nombre: Verónica Córdoba									
Cargo del docente (categoría y dedicación): Profesor adjunto									
<b>MARCO DE REFERENCIA</b>									
Asignatura	Procesos Biotecnológicos			Código	5016				
Carrera	Ingeniería Química								
Plan de estudios	2023								
Bloque curricular	Tecnologías Aplicadas								
Ubicación en el plan de estudios (año y cuatrimestre)	4° año – 2° cuatrimestre								
Asignaturas correlativas cursadas	Reactores Químicos								
Asignaturas correlativas aprobadas	Química Biológica (A)								
Requisitos cumplidos									
Duración o Desarrollo (anual/cuatrimstral/bimestral)	Cuatrimestral			Carácter	Obligatoria				
Carga horaria presencial semanal (h)	6	Carga horaria total de dedicación del estudiante (h)	240	Créditos	8				
Carga horaria presencial destinada a la formación práctica (h)									
Actividad Experimental	10	Problemas de Ingeniería	10	Trabajo de campo		Proyecto y diseño	5	Práctica Socio-comunitarias	
<b>CONTENIDOS MÍNIMOS SEGÚN PLAN DE ESTUDIOS</b>	Introducción a la microbiología. Estequiometría y termodinámica de cultivos microbianos. Cinéticas de crecimiento. Introducción a la biotecnología. Biorreactores. Tipos de sistemas de cultivo. Fenómenos de transporte en biorreactores. Aplicaciones biotecnológicas.								
Departamento al cual está adscripta la carrera	DIQyTA								
Área a la cual está asociada la asignatura	CQyB								
Número estimado de estudiantes	7								
<b>OBJETIVOS</b>									
<p>El curso pretende abarcar, de una forma integrada y sistemática, temáticas vinculadas con el análisis, diseño y optimización de reactores biológicos empleados en diferentes procesos de la industria biotecnológica. Se partirá de analizar conceptos básicos del estudio del crecimiento de microorganismos y del diseño de reactores biológicos.</p> <p>Son objetivos del curso que el estudiante sea capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender los conceptos básicos relacionados con el crecimiento de los microorganismos, desarrollo y producción de bioproductos.</li> <li>• Desarrollar la capacidad de comprender los procesos biológicos para entender la aplicación práctica y tangible de la biotecnología.</li> <li>• Analizar y estudiar las variables que afectan al diseño y funcionamiento de los biorreactores.</li> <li>• Fomentar el desarrollo de habilidades relacionadas a la resolución de problemas de bioprocesos a través de su conceptualización, representación matemática, resolución e interpretación y análisis de resultados.</li> </ul>									
<b>APORTE DE LA ASIGNATURA A LA FORMACIÓN BÁSICA Y/O PROFESIONAL</b>									
La asignatura de Procesos Biotecnológicos aporta a la formación de los alumnos de ingeniería química en los siguientes aspectos:									
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la comprensión de los principios y fundamentos de la biotecnología.</li> </ul>									

- En el aprendizaje de la aplicación de los principios de la biotecnología para desarrollar y optimizar procesos industriales.
- En el desarrollo de habilidades de investigación al abordar problemas y desafíos relacionados con la biotecnología, desarrollando soluciones innovadoras.

Al ser una asignatura que involucra a varias disciplinas, como la química, la biología, la ingeniería es capaz de brindar una perspectiva multidisciplinaria, permitiéndoles comprender y colaborar con profesionales de diferentes áreas en proyectos y aplicaciones biotecnológicas.

## DESARROLLO DE LA ASIGNATURA

### Actividades y estrategias didácticas utilizadas para el desarrollo de las capacidades y competencias

El curso se desarrollará en clases teórico-prácticas semanales. Las clases teóricas tendrán como finalidad la presentación de los conceptos que serán utilizados por los alumnos para la resolución de los ejercicios prácticos. Se acentuará el aprendizaje a través del desarrollo de actividades prácticas de laboratorios donde el alumno tendrá un contacto directo con los conceptos de bioprocesos aprendidos previamente de manera experimental, estas actividades fomentarán el aprendizaje práctico, el trabajo en equipo y el análisis de resultados.

Las clases teóricas se desarrollarán mediante el uso de diapositivas de power point desarrolladas para cada unidad temática, donde se llevará a cabo el estudio de casos y ejemplos prácticos, que tendrán como objetivo que los alumnos puedan analizar estos casos y discutir cómo se aplican los conceptos teóricos en situaciones concretas. Se dispondrá de guías de preguntas y ejercicios prácticos para cada una de las unidades:

- TP 1: Problemas crecimiento microbiano
- TP2: Estequiometría del crecimiento microbiano
- TP3: Cinética del crecimiento microbiano
- TP4: Sistema de cultivo I: Cultivo batch
- TP5: Sistema de cultivo II: Cultivo continuo y batch alimentado

Los laboratorios también contarán con una guía y con preguntas que le permitirá a los alumnos poder resolver las situaciones que podrían darse durante el proceso biológico, facilitando su comprensión.

### Trabajos experimentales (cuando corresponda listarlos e indicar muy brevemente su objetivo)

Se llevarán a cabo los siguientes trabajos prácticos de Laboratorio:

#### TP laboratorio 1: Esterilización

En este TP los alumnos prepararán medios de cultivo y acondicionarán material para su esterilización en autoclave. El objetivo es conocer el fundamento de técnicas de control del crecimiento microbiano y comprender la importancia que reviste la esterilización en el trabajo con cultivos de microorganismos axénicos.

#### TP laboratorio 2: Cinética de crecimiento: Efecto de la temperatura

Evaluar el efecto de la temperatura, sobre el crecimiento de *E. coli* y/o *Saccharomyces cerevisiae*. En este TP los alumnos incubarán una cepa de *E. coli* y/o *S. cerevisiae* en caldo nutritivo a diferentes temperaturas (37 °C y T ambiente) y realizarán recuentos de microorganismos en medio sólido y medida de la densidad óptica a diferentes tiempos. Con los datos obtenidos podrán graficar las curvas de crecimiento y calcular el tiempo de latencia, velocidad específica de crecimiento y cosecha máxima.

<p><b>TP laboratorio 3: Cinética de crecimiento: Influencia del medio de cultivo</b></p> <p>Evaluar la cinética de crecimiento de levaduras (<i>S. cerevisiae</i>) en diferentes medios de cultivos (sustratos: extracto de malta, jugo de fruta, celulosa) con el fin de obtener las curvas de crecimiento y los parámetros específicos (tiempo de latencia, velocidad específica y velocidad de crecimiento máximo). Para realizar la experiencia se seguirá el mismo protocolo que el TP Laboratorio 2.</p>
<p><b>TP laboratorio 4: Fermentación alcohólica en cultivo batch</b></p> <p>Llevar a cabo un cultivo batch de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> utilizando extracto de malta como sustrato. En este TP el cultivo se realizará en kitazatos de 500 mL y se medirá la producción de CO<sub>2</sub>, el consumo de azúcares, la producción de alcohol y el aumento de la biomasa en peso seco. A partir de los datos recolectados durante el TP, se evaluará la cinética del proceso, identificando las distintas etapas y la eficiencia en términos de consumo de sustrato y producción de alcohol.</p>
<p><b>TP laboratorio 5: Crecimiento de <i>S. cerevisiae</i> en Cultivo batch alimentado</b></p> <p>Producción de levadura en un cultivo batch alimentado. El ensayo permitirá determinar el rendimiento del proceso y compararlo con el cultivo de levaduras en modo batch. A partir de los datos recolectados se analizará la evolución de la biomasa, biomasa por volumen de reactor y velocidad de crecimiento específica.</p>
<p><b>Trabajo/s de Proyecto-Diseño (cuando corresponda)</b></p> <p>Mediante el Proyecto de Diseño se busca que los alumnos combinen los conocimientos teóricos con la aplicación práctica de los procesos biotecnológicos. Para llevar a cabo esta práctica se les ofrecerá a los alumnos una lista de posibles temas relacionados con la aplicación de la biotecnología en áreas como la producción de alimentos, la medicina, la bioenergía, la bioremediación, entre otros. A partir de los cual los alumnos deberán realizar una Investigación, recopilación de información, y llevar a cabo el desarrollo del diseño del proceso. Finalmente deberán presentar el proyecto de diseño en forma de informe escrito y presentación oral.</p>
<p><b>Trabajo/s de Campo (cuando corresponda)</b></p>
<p><b>Prácticas socio comunitarias/socioeducativas (cuando corresponda)</b></p>
<p><b>Estrategia de evaluación de los alumnos</b></p>
<p><b>Regularización de la asignatura</b></p> <p>Para regularizar la asignatura el alumno debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asistir a los Trabajos prácticos de Laboratorio y aprobar los informes correspondientes</li> <li>- Aprobar un (1) examen teórico-práctico al finalizar la cursada.</li> <li>- Entregar y defender en forma oral, individual y/o grupal el informe del Trabajo de diseño.</li> </ul> <p>Todas las actividades se aprueban con un mínimo de 4/10 puntos.</p> <p>Existe una sola instancia de recuperatorio para el examen teórico-práctico. Es condición para acceder al recuperatorio presentarse en la instancia de parcial.</p>
<p><b>Promoción de la asignatura</b></p> <p>Se alcanza la promoción de la asignatura habiendo aprobado el examen y el trabajo integrador ambos con un mínimo de 6/10 puntos</p>
<p><b>Examen Final</b></p> <p>Consiste en aprobar un examen teórico-práctico (4/10).</p>
<p style="text-align: center;"><b>Cronograma</b></p>

Semana	Unidad Temática	Tema de la clase	Actividades				
1	1	Introducción a la asignatura. Planificación. Conceptos de microbiología general I.	Trabajo Práctico 1				
2	1	Conceptos de microbiología general II. Introducción a los Bioprocesos.	TP laboratorio 1				
3	2	Estequiometría del crecimiento microbiano	Trabajo Práctico 2				
4	3	Cinética del crecimiento microbiano	Trabajo Práctico 3				
5	3	Cinética del crecimiento microbiano	TP laboratorio 2				
6	3	Cinética del crecimiento microbiano	TP laboratorio 3				
7	4	Biorreactores y sistemas de cultivo	Trabajo Práctico 4				
8	4	Biorreactores y sistemas de cultivo	TP laboratorio 4				
9	4	Biorreactores y sistemas de cultivo	Trabajo Práctico 5				
10	4	Biorreactores y sistemas de cultivo	TP laboratorio 5				
11	5	Aplicaciones de los bioprocesos/Procesos biotecnológicos					
12	1-2-3-4-5	Consulta general TP y Trabajo Integrador					
13		Parcial/Consulta					
14		Recuperatorio/Consulta					
15		Presentación oral Trabajo Integrador					
<b>RECURSOS PARA EL DESARROLLO DE LA ASIGNATURA</b>							
<b>Recursos Docentes de la Asignatura</b>							
<b>Nombre y apellido</b>		<b>Función del docente</b>					
Verónica Córdoba		Desarrolla teoría y práctica					
Luisa Franchi		Desarrolla teoría y práctica					
Carolina Iraporda		Desarrolla teoría y práctica					
<b>Recursos didácticos (generales, software, aulas híbridas, plataforma Moodle, etc.)</b>							
<i>The virtual laboratory: Enzyme assay</i> ; disponible en <a href="https://www.ucl.ac.uk/~ucbcdab/enzass/enzymass.htm">https://www.ucl.ac.uk/~ucbcdab/enzass/enzymass.htm</a>							
<b>Principales equipos o instrumentos</b>							
Espectrofotómetro, refractómetro, balanzas, estufas, centrífuga, bomba peristáltica, autoclave, aireador para reactor, pHmetro, densímetro, alcoholímetro, Kit de detección colorimétrica de glucosa, kitazatos, filtros de jeringa 0.22um, tubos falcon 50mL.							
<b>Espacio en el que se desarrollan las actividades</b>							
Aula	Si	Laboratorio	Si	Gabinete de computación	No	Campo	No
<b>Otros</b>							
<b>ADEMAS DEL DESARROLLO REGULAR, SE ADOPTA PARA LA ASIGNATURA:</b>							
<b>Cursada intensiva</b>		No		<b>Cursado cuatrimestre contrapuesto</b>		No	
<b>Examen Libre</b>		No					



## Programa Analítico Asignatura Procesos Biotecnológicos (código:5016)



Departamento responsable	Verónica Córdoba	Área	CQyB
Plan de estudios	2023		
<b>Programa Analítico de la Asignatura – Año 2023</b>			
Unidad 1: Conceptos básicos de microbiología y bioprocesos			

Conceptos de microbiología, ubicuidad microbiana, tipos de microorganismos, metabolismo microbiano, medios de cultivos, crecimiento microbiano y métodos de medida del crecimiento microbiano, control del crecimiento microbiano (métodos de esterilización), metabolitos primarios y secundarios. Trabajo bajo condiciones asépticas. Definición de bioproceso. Breve reseña histórica. Etapas de un bioproceso. Productos microbianos de interés industrial.

### **Unidad 2: Estequiometría del crecimiento microbiano**

Composición elemental de biomasa microbiana. Fórmula mínima de un microorganismo promedio. Concepto de carbono-mol. Fuentes de carbono y energía. Grado de reducción. Ecuación del crecimiento microbiano. Formación de productos. Balances macroscópicos de materia y energía. Rendimiento máximo teórico. Cultivos limitados por carbono y energía.

### **Unidad 3: Cinética del crecimiento microbiano**

Fases del crecimiento microbiano. Velocidades volumétricas y específicas. Concepto de sustrato limitante. Ecuación de Monod. Factores que influyen en la velocidad específica de crecimiento microbiano. Cinética de consumo de sustrato. Inhibición por sustrato y por producto. Inhibidores competitivos y no competitivos. Efecto de los inhibidores sobre la cinética de crecimiento. Mantenimiento celular. Rendimientos verdaderos y experimentales. Cinética de formación de productos. Transferencia de O<sub>2</sub>. Ley de Henry. Ecuación de transferencia, Coeficiente volumétrico de transferencia. Cinética Enzimática.

### **Unidad 4: Biorreactores y sistemas de cultivo**

- Biorreactores y reactores químicos (diferencias y similitudes).
- Cultivo discontinuo en lote (Batch): Balances de materia para biomasa, sustrato y producto. Modelo de Monod. Determinación de los parámetros de crecimiento. Cálculo de rendimientos. Productividad. Ventajas y limitaciones. Aplicaciones.
- Cultivo Continuo: Quimiostatos. Balances de materia para biomasa, sustrato y producto. Estado estacionario. Velocidad de dilución crítica. Determinación de las constantes cinéticas. Rendimiento y productividad. Ventajas y limitaciones. Aplicaciones.
- Cultivo por lote con alimentación (Batch alimentado): Balance de materia para biomasa, sustrato y producto. Ecuaciones de diseño. Estado cuasi-estacionario. Alimentación constante y variable.
- Otros tipos de alimentación. Ventajas y limitaciones. Aplicaciones. Cultivos perfundidos: Definición, tipos. Usos y aplicaciones. Flujo pistón

### **Unidad 5: Aplicaciones de los bioprocesos/Procesos biotecnológicos**

Ejemplo de utilización de cultivos, Procesos industriales tradicionales (Producción de etanol, ácido láctico, Acetona-Butanol), tratamiento biológico de aguas (aeróbicos y anaeróbicos), Producción de biocombustibles (Biogás, bioetanol). Alimentos. Enzimas.

### **Bibliografía Básica**

Doran, P.M. 1998. Principios de Ingeniería de los Bioprocesos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España

Pirt J. 1976. Principles of Microbe and Cell cultivation

Shuler and Kargi (2002): Bioprocess Engineering Basic Concepts Second Edition

### **Bibliografía de Consulta**

- Introducción a la biotecnología. Fierro Hernández, Rafael Guadalupe - Rivera Salazar, Roberto - Padilla Blancas, María de los Ángeles. Grupo Editorial Éxodo. (2010) <https://elibro.net/es/ereader/unicen/165251>
- Biotecnología (2a. ed.) Muñoz de Malajovich, María Antonia (2012). <https://elibro.net/es/ereader/unicen/77596/>
- Biotecnología ambiental de aguas y aguas residuales (2a. ed.) Lazcano Carreño, César Augusto (2012). <https://elibro.net/es/ereader/unicen/122526>
- Environmental Biotechnology. Fulekar, M. H. (2010). <https://elibro.net/es/lc/unicen/titulos/143513>
- Upstream Industrial Biotechnology, 2 Volume Set. Flickinger, Michael C. (2010) <https://elibro.net/es/ereader/unicen/187565>

**Docente Responsable**

Nombre y Apellido **Verónica Córdoba**

Firma



**Coordinador/es de Carrera**

Carrera

Firma



Ing. Laura I. Orsucci  
Coordinadora de Carrera  
Ingeniería Química  
09216 - FID - UNCPBA

**Director de Departamento**

Departamento

Firma



Dra. Ing. Claudia C. Wagner  
Directora de Departamento de Ingeniería Química  
y Tecnología de los Alimentos  
Facultad de Ingeniería - UNCPBA



**Secretaria Académica**

Firma

Ing. Isabel C. Riccobene  
SECRETARIA ACADÉMICA  
Facultad de Ingeniería - UNCPBA