

<b>Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cuyo</b>		
<b>PROGRAMA ANALÍTICO</b>		
<b>Carrera: Ingeniería Industrial</b>		
<b>Actividad Curricular: Biotecnología</b>		
<b>Docente Responsable:</b> Mgter. Ing. José A. Gálvez		
<b>2 semestre</b>	<b>Año: 2023</b>	<b>Carga horaria total: 60 horas</b>

Modalidad de la actividad		Carácter	
Curso teórico		Obligatoria	
Curso teórico-práctico	X	Optativa	X
Seminario			
Taller			
Otra (especificar):			

## BIOTECNOLOGÍA

### **Fundamentación**

Es una materia optativa promocional con evaluación continua que permite adquirir conocimientos de biotecnología y su aplicación a operaciones realizadas en el marco de la Industria en general y aplicaciones al ambiente.

### **Objetivo**

La materia tiene como objetivo que el estudiante adquiera los conocimientos básicos de Microbiología, Biotecnología y en conocimientos específicos de las aplicaciones de estas a la industria. con el objeto de poder utilizar microorganismos, células o sus partes o cultivos de tejidos para producir bienes y servicios mediante soluciones prácticas y rentable.

Esta materia tiene una duración de 60 hs y como conocimientos previos requiere:

- Química General e inorgánica, Química Orgánica, Fisicoquímica aprobadas
- Mecánica de los Fluidos y Operaciones Unitarias.

No son necesarios conocimientos previos de Biología Molecular o Microbiología.

### **Expectativas de logro**

Adquirir conocimientos de biotecnología y su aplicación a operaciones realizadas en el marco de la Industria en general y aplicaciones al ambiente.

## **Contenidos mínimos**

Introducción a los seres vivos. Conceptos de ingeniería genética. Enzimas. Cinética enzimática. Microorganismos. Cinética microbiana. Nutrición de los microorganismos. Vías metabólicas. Diseño de reactores. Transferencia de materia. Esterilización. Cambio de escala. Procesos enzimáticos. Procesos de fermentación. Aplicaciones a la industria y ambiente.

## **Objetivos**

La materia tiene como objetivo que el estudiante adquiera los conocimientos básicos de Microbiología, Biotecnología y en conocimientos específicos de las aplicaciones de estas a la industria. con el objeto de poder utilizar microorganismos, células o sus partes o cultivos de tejidos para producir bienes y servicios mediante soluciones prácticas y rentables.

Sea capaz de interactuar con saberes y especialidades provenientes de otras áreas disciplinarias (biología, química, operaciones unitarias, fisicoquímica, mecánica de fluidos, etc)

## **Contenidos**

### **PARTE 1- FUNDAMENTOS**

#### **Tema 1- Introducción. El mundo de los seres vivos. Microorganismos**

- A- Áreas de la biotecnología: Ciencia e Industria. La industria biotecnológica: pasado, presente y futuro. Aspectos generales de los procesos de fermentación.
- B- Introducción al mundo de los seres vivos. Características comunes a todos los sistemas biológicos: origen, propiedades fundamentales, tipos de organización celular, modos de división celular.
- C- Divisiones del mundo viviente. Los microorganismos en el proceso de la Evolución. Mineralización y desmineralización. Ciclos de la materia: del carbono, del nitrógeno, del azufre, del fósforo. Aplicaciones.
- D- Organización interna de la célula. La célula eucariota: componentes. La célula procariota: componentes. Reproducción celular.
- E- Taxonomía microbiana: descripción y divisiones. Hongos. Levaduras. Bacterias. Algas. Estudio microscópico de los microorganismos, coloraciones. Virus y Agentes infecciosos no convencionales

#### **Tema 2. Elementos fundamentales de genética.**

- A- Reproducción de bacterias. Transformación. Transducción. El gen, su estructura y composición del ADN. Duplicación semiconservativa del ADN. El ARN, composición y tipos.
- B- El Código Genético. Transcripción y traducción. Biosíntesis de proteínas. Variabilidad. Mutaciones. Genotipo y Fenotipo. Selección y mantenimiento de cultivos. Polimerización en cadena de la polimerasa (PCR).
- C- Obtención de microorganismos de interés industrial. Modificación de microorganismos por ingeniería genética. Identificación de microorganismos modificados. PCR transferencia a membranas. Uso de sondas.
- D- Principios generales del empleo de la Ingeniería Genética en la producción de cualquier compuesto biológico. Aplicaciones a la agricultura, ganadería, química fina y medicina.

## **PARTE 2- ENZIMAS Y MICROORGANISMOS COMO CATALIZADORES**

### **Tema 3. Enzimas:**

- A- Generalidades: identificación, clasificación, especificidad, energía de activación. Cofactores y coenzimas. Usos de las enzimas.
- B- Cinética de las reacciones enzimáticas. Medidas de la activación enzimática. Velocidad inicial. Concentración en enzima. Concentración en sustrato: ecuación de MICHAELIS - MENTEN, interpretación. Determinación de parámetros cinéticos a partir de datos experimentales.
- C- Influencias de la temperatura y del pH. Inhibidores competitivos. Inhibidores no competitivos. Enzimas alostéricas. Enzimas dependientes de cofactores. Regulación de la función genética y de la actividad bioquímica de las células. Regulación de la actividad enzimática. Inmovilización.

### **Tema 4: Nutrición de los microorganismos**

- A- La energía de los sistemas bioquímicos. Microorganismo y metabolismo energético. Aerobiosis y anaerobiosis. Variación de energía libre reacciones bioquímicas en los seres vivientes. Ligaduras ricas en energía.
- B- Reacciones metabólicas de los microorganismos. Anabolismo y catabolismo. Concepto de carga de energía. Conceptos y ejemplos de vías metabólicas. Utilización de las mismas en el diseño de procesos fermentativos. Aplicaciones
- C- Requerimientos nutricionales de los microorganismos. Concepto de medio de cultivo: costo, rendimiento en producto, optimización. Sustratos para las fermentaciones industriales.
- D- Factores ambientales que afectan el desarrollo de los microorganismos: efectos de la temperatura, pH, presión, salinidad, radiación, etc. Inmovilización de los microorganismos.

### **Tema 5. Cinética de crecimiento de los microorganismos.**

- A- Crecimiento de microorganismos en medio no renovado o discontinuo. características. Modelo de MONOD. Velocidad específica de crecimiento corregida para varios sustratos. Variables de proceso a considerar.
- B- Cultivo continuo de microorganismos. Definiciones. Empleo del modelo de MONOD: cinética y cálculo del estado del equilibrio. Turbidostato y Quimiostato. Aplicación del modelo de MONOD a la optimización de un Quimiostato. Comparación continuo versus discontinuo. Continuo en dos etapas mono y multicorriente. Número de etapas en un sistema monocorriente. Variables de proceso a considerar.
- C- Cultivo por lote alimentado: características. Variables de proceso a considerar.
- D- Clasificación de los procesos de fermentación: Tipos I, II y III. Productividad y velocidad específica de producción. Coeficientes de rendimiento. Producción de calor.

### **Tema 6. La esterilización de procesos.**

- A- Sensibilidad de los microorganismos a la temperatura: tiempo de reducción decimal a temperatura constante, curva de reducción térmica. Tasa mínima de contaminación experimental, significado práctico.
- B- Tratamiento térmico: F, Z y curva T.D.T. Baremo de esterilización. Factores que incluyen en la esterilización. Tratamiento térmico según ARRHENIUS: velocidad específica de destrucción térmica y energía de activación.
- C- Esterilización del medio de cultivo: discontinua y continua. Esterilización del aire de fermentación. Cinética de la esterilización y cálculo de la duración del tratamiento térmico.

- D- La esterilización en la industria: Tipos y características. Ensayos de esterilidad. Asepsia. Ejemplos industriales.

### **PARTE 3. BIORREACTORES Y PROCESOS**

#### **Tema 7. Transferencia de materia en bioreactores**

- A- Transferencia de materia en fase líquida. Intercambio y transferencia de gases Velocidad de transferencia de oxígeno y procesos fermentativos. Procesos aerobios, anóxicos y anaerobios.
- B- Solubilidad del oxígeno: características y variables de interés. Concentración crítica. Velocidad de respiración. Demanda de oxígeno: definición y medición.
- C- Transferencia de oxígeno: teoría de la doble capa, Coeficiente de transferencia global ( $K_{La}$ ). Determinación y uso en el diseño de bioreactores. Aireación en condiciones reales y de referencia. Influencia de variables. Tipos de aireadores. Rendimiento de la transferencia de oxígeno.

#### **Tema 8. Biorreactores**

- A- Biorreactor fase líquida. Tipos principales, configuración geométrica, patrones de flujo. Curva de distribución de edades. Transferencia de materia. Variables operativas. Sensores
- B- Biorreactor fase sólida. Tipos principales, configuración geométrica. Transferencia de materia. Variables operativas. Sensores
- C- Cambio de escala. Principios de similitud. Correlación de ECKENFELDER utilizando el  $KLa$  como parámetro. Empleo de la potencia por unidad de volumen: COOPER, OLDSHUE y RUSHTON.

#### **Tema 9. Proceso de fermentación.**

- A- Inóculo. Preservación del inóculo. Crecimiento del inóculo.
- B- Precultivo y fermentación de producción con microorganismos no modificados. Diseño de instalaciones.
- C- Fermentación con microorganismos ADN-recombinantes: Normas y niveles de seguridad. Diseño de instalaciones.
- D- Cuantificación de biomasa, número de células y otras variables de proceso. Gráficos de seguimiento del proceso: funciones que describen los niveles de sustrato, biomasa, pH, oxígeno, anhídrido carbónico, producto

### **PARTE 4, APLICACIONES INDUSTRIALES**

#### **Tema 10. Recuperación de productos:**

- A- Operaciones de separación utilizadas. Unidades de operación en la recuperación del producto. Floculación y flotación. Sistemas de filtros. Centrifugación.
- B- Desintegración de los microorganismos métodos mecánicos y físicos. Eliminación de ácidos nucleicos. Cromatografía: tipos y características. Cristalización y recipitación. Deseccación y liofilización. Rendimiento.
- C- Formulación y envasado.

#### **Tema 11. Productos orgánicos producidos por biotecnología**

- Etanol, solventes, Ácidos orgánicos. Aminoácidos. Enzimas. Vitaminas, Antibióticos. Descripción de cada proceso y características.

**Tema 12. Procesos ambientales y mineros**

- A- Biorremediación, tratamiento de residuos sólidos y líquidos.
- B- Biolixiviación: aplicación en tratamiento de residuos y minería.
- C- Aplicaciones en la industria del petróleo.

**Metodología de enseñanza**

Las clases serán presenciales. En la primera clase se explicará a los alumnos la metodología de dictado de la materia, material didáctico disponible y forma de encarar el estudio. Para ello se aprovechará la estructura virtual proporcionada por la Facultad a través del Aula Abierta. En esta página se disponen de apuntes, textos que estén disponibles según Creative Commons, y el material didáctico necesario.

En el cursado se dictan los conceptos teóricos correspondientes y los alumnos realizarán estudios de casos para cada parte del programa de la materia. Los mismos se discuten en clase una vez analizados y forman parte de la evaluación del alumno. Se realizan problemas sencillos y luego los estudiantes con la ayuda del docente realizan un proyecto en donde se analizan las posibilidades y las etapas para implementar en un caso real, aportado por la cátedra o aportado por los estudiantes, una de las aplicaciones de la biotecnología en la industria petrolera. Esta etapa también forma parte de la evaluación continua del alumno la cual debe presentar un informe en donde analice la problemática a resolver, analice las alternativas tecnológicas, fundamente su elección con los marcos teóricos aportados por la cátedra y proponga la solución tecnológica a nivel de ingeniería conceptual.

Los estudios de casos son publicaciones de resultados o metodologías aplicadas en la industria relacionadas con cada tema, las mismas se han seleccionado de la Biblioteca de MinCyT y que están disponibles para uso científico y académico para las Universidades Nacionales. Los mismos se encuentran disponibles en el aula abierta.

**Trabajo práctico laboratorio:** Se realizará dos trabajos prácticos de laboratorio uno de aislamiento y estudio sencillo de microorganismos de interés industrial o ambiental y otro de fermentación en batch

**Visitas a industrias:** se realizará una visita a una industria de base biotecnológica dentro de las posibilidades.

**Carga horaria**

<b>Actividad</b>	<b>Carga horaria por semestre</b>
Teoría y resolución de ejercicios simples	42
Formación práctica	
Formación Experimental – Laboratorio	7
Formación Experimental - Trabajo de campo	1
Resolución de problemas de ingeniería	5
Proyecto y diseño	5
<b>Total</b>	<b>60</b>

**Bibliografía**

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Editorial</b>	<b>Año</b>
Gálvez, José	Apuntes de cátedra	Universidad Nacional de Cuyo	2023
Muñoz de Malajovich, Maria	Biotecnología	Universidad Nacional de Quilmes	2012
Thieman-Palladino	Introducción a la biotecnología	Pearson	2010
Ertola y otros	Microbiología industrial	OEA	2006
Dutta, Rajiv	Fundamentals of biochemical engineering	Springer	2008
Green- Southard	Perry's Chemical Engineers Handbook (ingles) 9 Eth Edition	Mc Graw Hill Education	2019
www.biblioteca.mincyt.gov.ar	Publicaciones relacionadas con la temática de estudio	Varias	2005-2019

**Evaluación**

La evaluación se realiza mediante tres instancias sucesivas:

1. Se tomarán 4 exámenes parciales individuales en forma presencial de cada parte del programa. Los mismos serán conceptuales y se utilizará la plataforma de Aula Abierta. Cada parcial tendrá su recuperatorio mas una instancia de examen global con su recuperatorio. La nota de aprobación es de 60 puntos o sus recuperatorios (considerando la última instancia de aprobación).
2. Estudio de casos: los alumnos en grupos de no más de tres integrantes analizan y exponen al resto de la clase y el docente el caso analizado. La exposición incluye una presentación en formato power point de 15 minutos de duración y 5 minutos para discusión en conjunto.
3. Proyecto final: la evaluación del proyecto final se hace mediante una presentación final del mismo de 20 a 25 minutos de duración.

**Condiciones para la regularización:**

Asistencia 70 % de las clases teóricas y prácticas, aprobación de la evaluación parcial o su recuperatorio, aprobación de las actividades solicitadas de la cátedra o su recuperatorio.

**Condiciones para la aprobación o acreditación**

La materia puede aprobarse por promoción directa para los alumnos que tengan más de 60 % de las calificaciones de las actividades realizadas y debe aprobar el proyecto desarrollado durante el curso con una calificación igual o mayor a 60%.

Aquel estudiante que quedó regular pero no pudo promocionar puede aprobar el espacio curricular mediante un examen final en las mesas ordinarias.

Dadas las características del espacio curricular no existe la condición de alumno libre.

### **Criterio de evaluación**

Que el alumno

- 1- Conozca los fundamentos de la microbiología básica, ciclos biológicos, los requerimientos nutricionales y ambientales de los microorganismos con el objetivo de seleccionar cepas de interés industrial y diseñar medios de cultivo.
- 2- Conozca y aplique los conceptos de cinética enzimática y microbiana para el diseño, aplicación y desarrollo de procesos industriales y medios de cultivo.
- 3- Conozca y aplique los fundamentos de los reactores biológicos, esterilización y separación de productos, así como los procesos de transferencia de masa para llevar a cabo un proceso industrial
- 4- Conozca las aplicaciones industriales de los procesos enzimáticos y microbiológicos.
- 5- Pueda diseñar en forma conceptual un proceso enzimático o microbiológico, definiendo enzimas y/o microorganismos, reactores, etapas de preparación de sustrato o medio de cultivo, composición de estos, etapas de adecuación de sustrato y esterilización, proceso y separación y purificación

### **Programa de exámen**

En caso de que el alumno no haya logrado la promoción puede acceder a la instancia de evaluación final. El programa de examen es el siguiente:

- Bolilla 1: Temas 1, 3, 7, 10
- Bolilla 2: Temas 2, 4, 8, 11
- Bolilla 3: Temas 1, 5, 9, 12
- Bolilla 4: Temas 2, 6, 7, 11
- Bolilla 5: Temas 1, 6, 8, 12
- Bolilla 6: Temas 2, 5, 9, 11
- Bolilla 7: Temas 1, 4, 8, 10
- Bolilla 8: Temas 2, 3, 7, 11
- Bolilla 9: Temas 1, 5, 9, 10

Mendoza, Julio de 2023



Mgter. Ing. José Antonio Gálvez