

## SYLLABUS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA  
CURSO BIOTECNOLOGÍA APLICADA A LA INDUSTRIA

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

<b>Código de la asignatura</b>	<b>ECER264</b>
<b>Nombre de la asignatura</b>	<b>CURSO BIOTECNOLOGÍA APLICADA A LA INDUSTRIA</b>
<b>Docente</b>	Pilar Parada
<b>Postgrado</b>	Doctorado en Ciencias mención Microbiología y Biología Molecular
<b>Título Profesional</b>	Bioquímica
<b>Experiencia Profesional</b>	<p>La Dra. Pilar Parada Valdecantos, directora del Centro de Biotecnología de Sistemas (CSB-UNAB), es bioquímica por la Universidad de Chile, con doctorado en Ciencias Biológicas por la Universidad Autónoma de Madrid. Posee diplomas en Estrategia e Innovación por el MIT y en Gestión de Empresas por la Universidad Católica de Chile.</p> <p>Antes de liderar el CSB-UNAB, fue gerente general de BioSigma, donde obtuvo el Premio Nacional de Innovación A vonni 2015 por la industrialización de la biolixiviación de cobre, utilizando la bacteria "Wenelén", la primera patentada desarrollada en Chile y a nivel global en ese campo</p> <p>En reconocimiento a su extensa labor innovadora, en 2020 recibió el Premio INAPI a la Inventora del Año, tras liderar la presentación de más de 140 solicitudes de patentes internacionales y 18 domésticas, vinculadas a tecnologías en minería, nutraceuticos, farmacología y agricultura.</p> <p>Bajo su dirección, el CSB-UNAB lidera iniciativas emblemáticas como el proyecto Agrosimbiosis, orientado a incorporar innovación circular en procesos agroindustriales, y Cobalto Verde, que aplica biolixiviación para recuperar cobalto desde relaves mineros, posicionando a Chile como referente en biominería sostenible.</p> <p>La Dra. Parada ha contribuido académica y científicamente con 16 publicaciones indexadas y su liderazgo se destaca en espacios como WEF Chile 2024, donde abordó el rol de la ciencia aplicada y la innovación con perspectiva de género y sostenibilidad ESG.</p>

E-mail

pilar.parada@unab.cl

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

Este curso ofrece una introducción a los principios y avances de la biotecnología aplicada a la industria cubriendo los avances más recientes y sus aplicaciones en diferentes sectores industriales como la farmacéutica, alimentaria, energética, medioambiental y agropecuaria, entre otros. El curso está estructurado de manera que los temas teóricos se complementan con estudio de casos reales y actividades prácticas sobre el impacto y potencial de las soluciones biotecnológicas en diferentes sectores industriales del país.

## 3. OBJETIVO GENERAL DEL DIPLOMADO

Proporcionar a los estudiantes una comprensión integral de los principios, técnicas y aplicaciones de la biotecnología en la industria, con un enfoque particular en las oportunidades y desafíos que enfrenta el sector industrial en Chile, para fomentar la innovación, la sostenibilidad y el desarrollo de soluciones biotecnológicas aplicadas en áreas clave como minería, agricultura, acuicultura, alimentos, biomedicina y forestal.

## 4. OBJETIVO ESPECÍFICOS DEL DIPLOMADO

- Explicar los principios fundamentales de la biotecnología y los bioprocesos, con foco en aplicaciones industriales.
- Analizar las aplicaciones de la biotecnología para el desarrollo de soluciones sostenibles en sectores industriales, considerando tanto la factibilidad técnica como económica.
- Evaluar oportunidades y desafíos de la biotecnología en Chile, incluyendo aspectos normativos y regulatorios que rigen la biotecnología industrial.
- Describir el proceso de investigación y desarrollo de soluciones biotecnológicas mediante el desarrollo de actividades prácticas experimentales.
- Aprender los componentes claves para la gestión de proyectos biotecnológicos en el contexto de la industria.
- Adquirir el conocimiento de casos reales de empresas que están desarrollando o demandando biotecnología en Chile y nuevas tendencias a nivel mundial.

## 5. RESULTADO(S) DE APRENDIZAJE(S) DE LA ASIGNATURA

- Explicar los conceptos clave de la biotecnología y su evolución histórica, identificando las principales áreas de aplicación de la biotecnología en la industria moderna.
- Aplicar técnicas de bioprocesos industriales determinando las condiciones óptimas para el desarrollo de bioprocesos industriales, y considerando aspectos técnicos y económicos.
- Analizar las normativas y regulaciones internacionales que rigen la producción y comercialización de productos biotecnológicos, reflexionando sobre los dilemas éticos asociados con el uso de organismos genéticamente modificados y otros productos biotecnológicos.
- Proponer soluciones biotecnológicas innovadoras para retos industriales actuales, tales como la remediación ambiental, o la producción de nuevos productos en áreas claves.

## 6. METODOLOGÍA

Las metodologías del **Curso Biotecnología Aplicada a la Industria** están basadas en la aplicación del Modelo Educativo UNAB, el cual, a través de las actividades busca generar la adquisición de sólidos conocimientos, con estrategias de enseñanza/aprendizaje enfocadas en el estudiante.

El curso contempla las siguientes metodologías:

- **Clases Teóricas:** Exposición de conceptos fundamentales, análisis de artículos científicos y discusión en clase.
- **Estudios de Caso:** Análisis de ejemplos reales de biotecnología aplicada en la industria.
- **Tareas y Proyectos:** Investigaciones y presentaciones sobre temas específicos.
- **Prácticas de Laboratorio:** Ejercicios prácticos sobre procesos biotecnológicos comunes.

## 7. CONTENIDO DE LA ASIGNATURA

NOMBRE UNIDAD	CONTENIDO DE LA UNIDAD
<p><i>Unidad 1: Introducción a la Biotecnología Industrial</i></p>	<p><b>Fundamentos y evolución de la biotecnología industrial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ámbitos de aplicación de la biotecnología industrial</li> <li>▪ Sectores productivos: minería, agricultura, alimentos, farmacéutica, medioambiente, energía.</li> <li>▪ Demanda global de soluciones biotecnológicas y desafíos locales.</li> </ul> <p><b>Casos emblemáticos en Chile: ciencia aplicada y transferencia tecnológica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Caso Proyectos Genoma Chile: en salmones, frutas y minería.</li> <li>▪ Impacto ambiental, económico y estratégico del caso chileno.</li> </ul> <p><b>Perfil de la innovación en biotecnología industrial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rol de la investigación aplicada, patentes y emprendimientos de base científico tecnológica (EBCT).</li> </ul>
<p><i>Unidad 2: Tecnologías y plataformas clave: eDNA y herramientas ómicas</i></p>	<p><b>Conceptos básicos de Genética y Biología Molecular</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Genómica, Transcriptómica, Metabolómica y Proteómica</li> </ul> <p><b>Secuenciación y plataformas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ¿Por qué secuenciar?</li> <li>▪ Diseño experimental</li> <li>▪ Iont Torrent, Illumina, Oxford Nanopore</li> </ul>

	<p>Technologies, entre otras.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aplicaciones de secuenciación</li> </ul> <p><b>Microbioma, eDNA, salud, agricultura, minería, fondo marino</b></p>
<p><i>Unidad 3: Tecnologías y plataformas clave: Microbiología y bioprocesos</i></p>	<p><b>Fundamentos de la microbiología en el marco industrial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conceptos y componentes básicos de bioprocesos (microorganismos, sustrato, biorreactor, producto y residuos)</li> <li>▪ Rol de la microbiología en la industria: bacterias, levaduras y hongos como plataformas productivas</li> <li>▪ Perspectiva de mercado: productos principales (bioetanol, bioplásticos, biofertilizantes, enzimas industriales, biopesticidas)</li> </ul> <p><b>Microorganismos Industriales: De la cepa al producto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Principales microorganismos usados: levaduras (<i>Saccharomyces</i>, <i>Kluyveromyces</i>), bacterias (<i>Bacillus</i>, <i>Pseudomonas</i>, <i>Rhizobium</i>), hongos filamentosos</li> <li>▪ Criterios de selección: robustez, productividad, tolerancia a inhibidores</li> <li>▪ Aislamiento y mejora de cepas: screening, mutagénesis, ingeniería genética básica (conceptual)</li> </ul> <p><b>Fermentación y diseño de bioprocesos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tipos de fermentación: sumergida, estado sólido, fermentación en lote, lote alimentado, continua</li> <li>▪ Principios de diseño de biorreactores: aireación, agitación, control de parámetros críticos (pH, T°, DO)</li> <li>▪ Variables clave de operación y escalamiento</li> <li>▪ Casos prácticos: producción de etanol con residuos, biofertilizantes y bioestimulantes microbianos</li> </ul> <p><b>Tecnologías emergentes y tendencias en bioprocesos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Biorefinerías: integración de múltiples procesos (biocombustibles, químicos verdes, compostaje)</li> <li>▪ Uso de residuos agrícolas e industriales como</li> </ul>

	<p>sustratos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Economía circular</li> <li>▪ Digitalización y simulación de bioprocesos: herramientas de modelado y Análisis de ciclo de vida</li> </ul>
<p><i>Unidad 4: Tecnologías y plataformas clave: Análisis de Big Data e Inteligencia Artificial</i></p>	<p><b>Fundamentos de Big Data e Inteligencia Artificial en el contexto industrial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conceptos clave: datos masivos, machine learning, deep learning, modelos explicativos vs. Predictivos, gemelos digitales.</li> <li>▪ Tipos de datos en la industria biotecnológica: ómicos, procesos, comportamiento de consumidores, datos ambientales.</li> </ul> <p><b>Plataformas y herramientas tecnológicas aplicadas a la biotecnología</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mención a plataformas de código abierto (Python, R, KNIME) y servicios cloud (Google Colab, AWS, Azure).</li> <li>▪ Mención a automatización de análisis y visualización: dashboards, pipelines, APIs.</li> </ul> <p><b>Aplicaciones integradas de IA y Big Data en sectores industriales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Casos reales en agroindustria: predicción de calidad de materias primas, análisis de ciclo de vida con datos geoespaciales.</li> <li>▪ En salud y nutracéutica: identificación de compuestos funcionales, predicción de actividad biológica, diseño de productos personalizados.</li> <li>▪ Ética, privacidad de datos y desafíos de implementación en Chile.</li> </ul>
<p><i>Unidad 5: Aplicaciones Biotecnología Agroindustria</i></p>	<p><b>Biorrecursos agroindustriales como materia prima para el desarrollo biotecnológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tipologías de residuos agrícolas y subproductos: frutas, vegetales, cereales, viñatera.</li> <li>▪ Caracterización fisicoquímica y potencial de valorización.</li> </ul> <p><b>Estrategias de simbiosis industrial y economía circular en agroindustria</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modelo Agrosimbiosis: principios, actores y articulación público-privada.</li> <li>▪ Casos de estudio en agroindustria chilena</li> </ul>

	<p>modelo tipo “Kalunborg”: valorización del orujo de uva, cáscaras de frutas y bagazo cervecero.</p> <p><b>Tecnologías de biotransformación y extracción de compuestos de valor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bioprocesos aplicados (fermentación, hidrólisis enzimática, extracción verde).</li> <li>▪ Evaluación de sostenibilidad, escalamiento y desafíos regulatorios.</li> </ul> <p><b>Desarrollo de productos de alto valor agregado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ingredientes funcionales, biomateriales, biofertilizantes y aditivos naturales.</li> <li>▪ Casos de innovación abierta y transferencia tecnológica en el contexto chileno.</li> </ul>
<p><i>Unidad 6: Aplicaciones Biotecnología Minera</i></p>	<p><b>Introducción a la biominería: fundamentos y contexto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Principios de biolixiviación y bioprecipitación de metales.</li> <li>▪ Tipos de microorganismos utilizados: Microorganismos ferrooxidantes, sulfooxidantes y acidófilos.</li> <li>▪ Ventajas comparativas frente a métodos fisicoquímicos tradicionales.</li> </ul> <p><b>Biotecnología aplicada a la recuperación de metales críticos y estratégicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cobre, oro, níquel, cobalto, tierras raras.</li> <li>▪ Condiciones de operación, escalamiento y desafíos en ambientes extremos.</li> </ul> <p><b>Caso de estudio nacional: Proyecto Cobalto Verde (ANID 2023-2027)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recuperación de cobalto desde relaves mineros mediante biolixiviación.</li> <li>▪ Reducción de impacto ambiental: uso eficiente del agua, ausencia de químicos tóxicos, eliminación de pirita.</li> <li>▪ Valor estratégico del cobalto en la transición energética y cadenas de suministro verdes.</li> </ul> <p><b>Desarrollo de tecnologías y patentes en biominería</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Papel de la innovación chilena: BioSigma y la bacteria Wenelén como hito biotecnológico nacional.</li> <li>▪ Gestión de propiedad intelectual y</li> </ul>

	<p>transferencia tecnológica.</p> <p><b>Desafíos y oportunidades de la biominería en Chile</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Normativa, percepción pública y viabilidad económica.</li> <li>▪ Potencial para el cierre de ciclos productivos y recuperación de pasivos ambientales (relaves, escorias).</li> </ul>
<i>Unidad 7: Biotecnología aplicada en Salud</i>	<p><b>Nutracéuticos y alimentos funcionales: puente entre biotecnología y salud preventiva</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Definiciones, tendencias globales y marcos regulatorios.</li> <li>▪ Enfoque en compuestos bioactivos y mecanismos de acción (p. ej., GLP-1, microbiota intestinal, antioxidantes).</li> </ul> <p>Trabajo en grupo Taller 1</p>
<i>Unidad 8: Estudio de casos internacionales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trabajo en grupo – Taller 2</li> </ul>
<i>Unidad 9: Estudio de casos nacionales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trabajo en grupo – Taller 3</li> </ul>
<i>Unidad 10: Laboratorio extracción de ADN desde muestras complejas para secuenciación</i>	<p><b>Extracción y evaluación de calidad del ADN desde matrices complejas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Principios fisicoquímicos de la lisis celular, eliminación de contaminantes y purificación del ADN.</li> <li>▪ Protocolo de extracción de ADN desde muestras ambientales.</li> <li>▪ Evaluación de integridad mediante electroforesis en gel de agarosa.</li> <li>▪ Introducción a métodos de cuantificación por fluorimetría y espectrofotometría.</li> <li>▪ Factores que afectan la calidad del ADN para su uso en aplicaciones moleculares.</li> </ul> <p><b>Secuenciación como herramienta para el desarrollo de aplicaciones industriales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Introducción a la secuenciación metagenómica con tecnología Oxford Nanopore Technologies como herramienta de caracterización de comunidades microbianas.</li> </ul>
<i>Unidad 11: Laboratorio computacional de análisis bioinformático de muestras para diseño de intervenciones</i>	<p><b>Diseño de experimentos e intervenciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Definición de variables críticas, variables de respuesta y diseño experimental.</li> <li>▪ Relación análisis metagenómico y fisicoquímico.</li> </ul>

- ¿Qué es el 16S? Regiones variables y conservadas.
- Desde el laboratorio al computador.

### **Taller computacional de metagenómica aplicada**

- Control de calidad de secuencias (FastQC, MultiQC)
- Procesamiento de datos con Python.
- Cálculo y visualización de abundancia microbiana a diferentes niveles taxonómicos.
- Análisis ecológico de comunidades microbianas, incluyendo diversidad alfa mediante indicadores como Shannon y Simpson, y diversidad beta a través de análisis de coordenadas principales (PCoA).

### **Interpretación de datos y aplicación**

- Pruebas estadísticas como PERMANOVA.
- Análisis gráfico de Heat map.
- Relación de datos metagenómicos y fisicoquímicos con salud del suelo.
- Casos de estudio y aplicación.

## 8. EVALUACIÓN

UNIDAD	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN
<b>Taller 2</b>	Presentación estudio de casos internacionales	25%
<b>Taller 3</b>	Presentación estudio de casos nacionales	25%
<b>Laboratorio 1</b>	Informe de procesamiento de muestras trabajo práctico	25%
<b>Laboratorio 2</b>	Informe de resultados análisis bioinformático y estadística aplicada.	25%
<b>TOTAL</b>		<b>100%</b>

## 9. BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía obligatoria y sugerida en formato APA 7

- Harrison, R. G., Todd, P., Rudge, S. R., & Petrides, D. P. (2015). *Bioseparations science and engineering*. Oxford University Press.
- Liu, S. (2020). *Bioprocess engineering: kinetics, sustainability, and reactor design*. Elsevier.
- Seader, J. D., Henley, E. J., & Roper, D. K. (2016). *Separation process principles: With applications using process simulators*. John Wiley & Sons.
- Mitra, S. (Ed.). (2023). *Metagenomic data analysis*. Humana Press.
- Curry, K. D., Wang, Q., Nute, M. G., Tyshaieva, A., Reeves, E., Soriano, S., Wu, Q., Graeber, E., Finzer, P., Mendling, W., Savidge, T., Villapol, S., Diltthey, T. J., & Treangen, T. J. (2022). Emu: species-level microbial community profiling of full-length 16S rRNA Oxford Nanopore sequencing data. *Nature Methods*, 19(7), 845-853.
- Liu, Y. X., Qin, Y., Chen, T., Lu, M., Qian, X., Guo, X., & Bai, Y. (2021). A practical guide to amplicon and metagenomic analysis of microbiome data. *Protein & Cell*, 12(5), 315-330.
- Callahan, B. J., McMurdie, P. J., Rosen, M. J., Han, A. W., Johnson, A. J. A., & Holmes, S. P. (2016). DADA2: High-resolution sample inference from Illumina amplicon data. *Nature methods*, 13(7), 581-583.
- Navgire, G. S., Goel, N., Sawhney, G., Sharma, M., Kaushik, P., Mohanta, Y. K., Mohanta, T. K., & Al-Harrasi, A. (2022). Analysis and Interpretation of metagenomics data: an approach. *Biological Procedures Online*, 24(1), 18.
- Wydro, U. (2022). Soil microbiome study based on DNA extraction: a review. *Water*, 14(24), 3999.