FACULTAD: Ciencias Básicas	
PROGRAMA: Química	
DEPARTAMENTO DE: Química	
CURSO: Catálisis Fermentativa	**CÓDIGO:** 156282
ÁREA: Formación profesional — Banco de Electivas Profesionales	
REQUISITOS: Bioquímica [propuesto — confirmar con el plan de estudios]	**CORREQUISITO:** Ninguno
CRÉDITOS: 2 (96 h semestrales: 48 h de contacto directo y 48 h de trabajo independiente)	**TIPO DE CURSO:** Teórico-práctico
FECHA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN: Octubre de 2026	

JUSTIFICACIÓN

Los microorganismos y sus enzimas son catalizadores de alta selectividad que operan en condiciones suaves de temperatura y presión. La fermentación y la biocatálisis sustentan la producción de alimentos y bebidas, antibióticos, ácidos orgánicos, enzimas industriales, biocombustibles y productos de química fina, y constituyen un pilar de la bioeconomía y de la química sostenible.

Esta asignatura aporta al químico los fundamentos de la cinética enzimática y microbiana, del diseño y operación de fermentaciones y de la recuperación de productos, con énfasis en el aprovechamiento de residuos agroindustriales de la región como sustratos, en articulación con los principios de la química verde.

OBJETIVO GENERAL

Comprender los fundamentos bioquímicos, cinéticos y tecnológicos de los procesos fermentativos y biocatalíticos y aplicarlos al análisis y diseño básico de bioprocesos para la obtención de productos de interés químico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir el metabolismo microbiano relevante para los procesos fermentativos.
2. Aplicar modelos de cinética enzimática y de crecimiento microbiano (Michaelis–Menten, Monod) al análisis de datos experimentales.
3. Distinguir los modos de operación de biorreactores (lote, lote alimentado, continuo) y los factores de transferencia de oxígeno, esterilización y escalado.
4. Analizar el uso de enzimas libres e inmovilizadas como biocatalizadores en síntesis química.
5. Plantear esquemas de recuperación y purificación de productos y evaluar bioprocesos con criterios de sostenibilidad.

COMPETENCIAS

- Interpreta y modela la cinética de reacciones enzimáticas y del crecimiento microbiano.
- Diseña y ejecuta fermentaciones a escala de laboratorio con controles analíticos adecuados.
- Propone el uso de biocatalizadores como alternativa sostenible a procesos químicos convencionales.

- Comunica resultados técnicos y consulta literatura científica en inglés.

UNIDAD 1. Fundamentos de microbiología y metabolismo fermentativo		
TEMA	**HORAS DE CONTACTO DIRECTO**	**HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE**
1.1 Microorganismos de interés industrial; requerimientos nutricionales y medios de cultivo	3	3
1.2 Glucólisis, fermentación alcohólica, láctica y otras rutas fermentativas	3	3
1.3 Estequiometría de bioprocesos: rendimientos y balances de carbono	3	3
1.4 Práctica: técnicas asépticas, preparación de medios y conteo microbiano	3	3
Subtotal unidad	**12**	**12**

UNIDAD 2. Cinética enzimática y biocatálisis		
TEMA	**HORAS DE CONTACTO DIRECTO**	**HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE**
2.1 Enzimas como catalizadores: especificidad, efecto de pH y temperatura	3	3
2.2 Cinética de Michaelis–Menten; linealizaciones y ajuste no lineal; inhibición	3	3
2.3 Inmovilización de enzimas y biocatálisis en síntesis orgánica	3	3
2.4 Práctica: determinación de parámetros cinéticos de una enzima	3	3
Subtotal unidad	**12**	**12**

UNIDAD 3. Cinética microbiana y biorreactores		
TEMA	**HORAS DE CONTACTO DIRECTO**	**HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE**
3.1 Curva de crecimiento; modelo de Monod; producción asociada y no asociada al crecimiento	3	3
3.2 Biorreactores: lote, lote alimentado y continuo (quimiostato)	3	3
3.3 Transferencia de oxígeno (kLa), agitación, esterilización y escalado	3	3

3.4 Práctica: fermentación en lote con seguimiento de sustrato, biomasa y producto	3	3
Subtotal unidad	**12**	**12**

UNIDAD 4. Recuperación de productos y aplicaciones industriales		
TEMA	**HORAS DE CONTACTO DIRECTO**	**HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE**
4.1 Operaciones de recuperación: separación celular, extracción, destilación, cromatografía	3	3
4.2 Productos de fermentación: bioetanol, ácidos orgánicos, enzimas, antibióticos, bebidas	3	3
4.3 Valorización de residuos agroindustriales regionales y biorrefinerías	3	3
4.4 Bioseguridad, calidad y evaluación de sostenibilidad de bioprocesos	3	3
Subtotal unidad	**12**	**12**

TOTAL DEL CURSO	**48**	**48**

METODOLOGÍA (Debe evidenciarse el empleo de nuevas tecnologías de apoyo a la enseñanza y al aprendizaje)

El curso se desarrolla con clases magistrales participativas, aprendizaje basado en problemas (ABP) y trabajo práctico (laboratorio, simulación o cómputo, según el tema). El trabajo independiente se orienta con guías por unidad y se acompaña en horario de asesoría y a través del aula virtual institucional.

Uso de nuevas tecnologías de apoyo a la enseñanza y al aprendizaje:

- Aula virtual institucional (plataforma de la Universidad de Pamplona) para publicación de guías, entrega de productos, foros de discusión y cuestionarios automatizados.
- Bases de datos bibliográficas suscritas por la Universidad y repositorios de acceso abierto para la búsqueda y lectura de artículos científicos en inglés.
- Python y hoja de cálculo para el ajuste de modelos cinéticos y la simulación de biorreactores.
- Bases de datos en línea: BRENDA (enzimas), KEGG (rutas metabólicas) y UniProt (proteínas).
- Herramientas colaborativas en línea para la elaboración de informes y presentaciones, y videoconferencia para asesorías del trabajo independiente.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

La evaluación es continua, formativa y sumativa. Se combina la valoración del trabajo en el aula (contacto directo) con la del trabajo independiente, el cual se evalúa mediante los productos indicados en cada unidad (informes, talleres, cuestionarios de lectura en inglés y proyecto).

Componente	**Peso**

Primer corte (Unidades 1–2): examen escrito, talleres y control de lectura en inglés	35 %
Segundo corte (Unidades 3–4): examen escrito, informes de práctica y control de lectura en inglés	35 %
Examen final: proyecto integrador con informe escrito y sustentación oral	30 %

Distribución propuesta según la estructura habitual de cortes (35 % – 35 % – 30 %); ajustar a lo dispuesto en el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado vigente.

BIBLIOGRAFÍA DISPONIBLE EN UNIDAD DE RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

[1] Stanbury, P. F., Whitaker, A. y Hall, S. J. (2017). *Principles of Fermentation Technology* (3.ª ed.). Butterworth-Heinemann.

[2] Doran, P. M. (2013). *Bioprocess Engineering Principles* (2.ª ed.). Academic Press.

[3] Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, W. M. y Stahl, D. A. (2021). *Brock Biology of Microorganisms* (16.ª ed.). Pearson.

Existencia y ejemplares por confirmar en el catálogo institucional (https://aplicaciones.unipamplona.edu.co/prestamo/) y en las bases de datos suscritas (https://login.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/login).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

[4] Bommarius, A. S. y Riebel-Bommarius, B. R. (2004). *Biocatalysis: Fundamentals and Applications*. Wiley-VCH.

[5] Doran, P. M., Carlson, R. y Morrissey, K. (2024). *Bioprocess Engineering Principles* (3.ª ed.). Academic Press. [verificar orden de autores en la portada]

[6] Faber, K. (2018). *Biotransformations in Organic Chemistry: A Textbook* (7.ª ed.). Springer.

[7] Shuler, M. L., Kargi, F. y DeLisa, M. (2017). *Bioprocess Engineering: Basic Concepts* (3.ª ed.). Pearson. [verificar año de la edición]

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS DE APOYO AL CURSO

- BRENDA — The Comprehensive Enzyme Information System: https://www.brenda-enzymes.org
- KEGG — Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes: https://www.kegg.jp
- UniProt: https://www.uniprot.org
- LibreTexts Chemistry: https://chem.libretexts.org

NOTA: EN CADA UNA DE LAS UNIDADES EL DOCENTE DEBERÁ PROPONER MÍNIMO UNA LECTURA EN LENGUA INGLESA Y SU MECANISMO DE CONTROL (ver tablas de unidad).

UNIDAD No.	1
NOMBRE DE LA UNIDAD	Fundamentos de microbiología y metabolismo fermentativo
COMPETENCIAS A DESARROLLAR	Relaciona el metabolismo microbiano con los productos de fermentación de interés industrial.

CONTENIDOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PROFESOR	HORAS CONTACTO DIRECTO	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE	HORAS TRABAJO INDEPENDIENTE	HORAS ACOMPAÑAMIENTO AL TRABAJO INDEPENDIENTE	ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYA LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO INDEPENDIENTE
1.1 Microorganismos de interés industrial; requerimientos nutricionales y medios de cultivo	Clase magistral; presentación del curso.	3	Ficha de un microorganismo industrial.	3	1	Ficha (rúbrica).
1.2 Glucólisis, fermentación alcohólica, láctica y otras rutas fermentativas	Clase con esquemas metabólicos (KEGG).	3	Balance de rutas metabólicas.	3	1	Taller evaluado.
1.3 Estequiometría de bioprocesos: rendimientos y balances de carbono	Ejemplos de cálculo.	3	Problemas de rendimiento Y(X/S), Y(P/S).	3	1	Quiz escrito.
1.4 Práctica: técnicas asépticas, preparación de medios y conteo microbiano	Supervisión de la práctica.	3	Preinforme y ejecución; lectura en inglés.	3	1	Informe de laboratorio; control de lectura.
	TOTAL UNIDAD	**12**		**12**	**4**	

LECTURA EN LENGUA INGLESA Y MECANISMO DE CONTROL	Lectura del capítulo sobre metabolismo microbiano y fermentaciones en Madigan et al. (2021), *Brock Biology of Microorganisms*. Control: cuestionario en el aula virtual.

NOTA: EN CADA UNIDAD EL DOCENTE DEBE DILIGENCIAR LA ANTERIOR TABLA

UNIDAD No.	2
NOMBRE DE LA UNIDAD	Cinética enzimática y biocatálisis
COMPETENCIAS A DESARROLLAR	Determina parámetros cinéticos enzimáticos y analiza el uso de enzimas libres e inmovilizadas como catalizadores.

CONTENIDOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PROFESOR	HORAS CONTACTO DIRECTO	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE	HORAS TRABAJO INDEPENDIENTE	HORAS ACOMPAÑAMIENTO AL TRABAJO INDEPENDIENTE	ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYA LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO INDEPENDIENTE

2.1 Enzimas como catalizadores: especificidad, efecto de pH y temperatura	Clase magistral; consulta de la base BRENDA.	3	Ficha de una enzima industrial.	3	1	Ficha.
2.2 Cinética de Michaelis–Menten; linealizaciones y ajuste no lineal; inhibición	Desarrollo y ejemplos con software.	3	Ajuste de datos cinéticos en Python/hoja de cálculo.	3	1	Informe de ajuste.
2.3 Inmovilización de enzimas y biocatálisis en síntesis orgánica	Discusión de casos (lipasas, proteasas).	3	Análisis de un artículo de aplicación.	3	1	Producto escrito.
2.4 Práctica: determinación de parámetros cinéticos de una enzima	Supervisión de la práctica.	3	Ejecución y tratamiento de datos.	3	1	Informe de laboratorio; primer parcial.
	TOTAL UNIDAD	**12**		**12**	**4**	
LECTURA EN LENGUA INGLESA Y MECANISMO DE CONTROL	Lectura del capítulo sobre cinética enzimática en Bommarius y Riebel-Bommarius (2004), *Biocatalysis*. Control: resolución de un ejercicio y discusión.					

NOTA: EN CADA UNIDAD EL DOCENTE DEBE DILIGENCIAR LA ANTERIOR TABLA

UNIDAD No.	3
NOMBRE DE LA UNIDAD	Cinética microbiana y biorreactores
COMPETENCIAS A DESARROLLAR	Modela el crecimiento microbiano y selecciona el modo de operación y las condiciones de un biorreactor.

CONTENIDOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PROFESOR	HORAS CONTACTO DIRECTO	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE	HORAS TRABAJO INDEPENDIENTE	HORAS ACOMPAÑAMIENTO AL TRABAJO INDEPENDIENTE	ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYA LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO INDEPENDIENTE
3.1 Curva de crecimiento; modelo de Monod; producción asociada y no asociada al crecimiento	Clase magistral con datos reales.	3	Ajuste de datos de crecimiento.	3	1	Taller evaluado.
3.2 Biorreactores: lote, lote alimentado y continuo (quimiostato)	Simulación de los modos de operación (Python).	3	Simulación y comparación de modos.	3	1	Informe con gráficas.
3.3 Transferencia de oxígeno (kLa), agitación, esterilización y escalado	Clase magistral y ejemplos.	3	Problemas de kLa y esterilización.	3	1	Quiz escrito.

3.4 Práctica: fermentación en lote con seguimiento de sustrato, biomasa y producto	Supervisión de la práctica.	3	Ejecución, muestreo y análisis.	3	1	Informe de laboratorio; control de lectura.
	TOTAL UNIDAD	**12**		**12**	**4**	
LECTURA EN LENGUA INGLESA Y MECANISMO DE CONTROL	Lectura del capítulo sobre cinética de crecimiento en Doran, Carlson y Morrissey (2024), *Bioprocess Engineering Principles* (o la 2.ª ed., 2013). Control: cuestionario.					

NOTA: EN CADA UNIDAD EL DOCENTE DEBE DILIGENCIAR LA ANTERIOR TABLA

UNIDAD No.	4					
NOMBRE DE LA UNIDAD	Recuperación de productos y aplicaciones industriales					
COMPETENCIAS A DESARROLLAR	Propone esquemas de recuperación y evalúa bioprocesos industriales con criterios de sostenibilidad.					
CONTENIDOS	**ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PROFESOR**	**HORAS CONTACTO DIRECTO**	**ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE**	**HORAS TRABAJO INDEPENDIENTE**	**HORAS ACOMPAÑAMIENTO AL TRABAJO INDEPENDIENTE**	**ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYA LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO INDEPENDIENTE**
4.1 Operaciones de recuperación: separación celular, extracción, destilación, cromatografía	Clase magistral.	3	Diagrama de flujo de recuperación de un producto.	3	1	Producto entregable.
4.2 Productos de fermentación: bioetanol, ácidos orgánicos, enzimas, antibióticos, bebidas	Seminario guiado.	3	Preparación de seminario por grupos.	3	1	Seminario oral.
4.3 Valorización de residuos agroindustriales regionales y biorrefinerías	Análisis de casos regionales.	3	Revisión bibliográfica en bases de datos.	3	1	Quiz escrito.
4.4 Bioseguridad, calidad y evaluación de sostenibilidad de bioprocesos	Orientación del proyecto integrador.	3	Proyecto integrador: propuesta de bioproceso.	3	1	Informe y sustentación; segundo parcial.
	TOTAL UNIDAD	**12**		**12**	**4**	
LECTURA EN LENGUA INGLESA Y MECANISMO DE CONTROL	Lectura de un artículo en inglés sobre valorización de residuos agroindustriales por fermentación (seleccionado por el docente). Control: presentación oral y uso en el proyecto.					

NOTA: EN CADA UNIDAD EL DOCENTE DEBE DILIGENCIAR LA ANTERIOR TABLA

Elaboró: Prof. Eliseo Amado González, Universidad de Pamplona