

**Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias**  
**Ingeniería en Biotecnología**  
**IBT842 / BIOPROCESOS**  
 Período 2016-2

**1. Identificación**

Número de sesiones: 64

Número total de horas de aprendizaje: 160 horas (64 h presenciales + 96 h de trabajo autónomo).

Créditos – malla actual: 6

Profesor: Ing. María Alejandra Cruz Salazar MSc.

Correo electrónico del docente: [csma.cruz@udlanet.ec](mailto:csma.cruz@udlanet.ec)

Coordinador: Dra. Vivian Morera.

Campus: Queri

Pre-requisito: IBT821 / MAT410 / IBT611

Co-requisito:

Paralelo: IBT842 - 1 y 2

Tipo de asignatura:

Optativa	
Obligatoria	X
Práctica	

Organización curricular:

Unidad 1: Formación Básica	
Unidad 2: Formación Profesional	X
Unidad 3: Titulación	

Campo de formación:

Campo de formación				
Fundamentos teóricos	Praxis profesional	Epistemología y metodología de la investigación	Integración de saberes, contextos y cultura	Comunicación y lenguajes
	X		X	

**2. Descripción del curso**

La asignatura de bioprocesos es esencial para el desarrollo del futuro Ingeniero en Biotecnología, puesto que abarca procesos de obtención de bioproductos en industrias alimenticias, farmacéuticas y bioquímicas. Las operaciones en bioprocesos hacen uso de células microbianas, vegetales y animales, además de enzimas para la obtención de un nuevo producto o eliminación de desechos. Tiene relación con el diseño de biorreactores

### 3. Objetivo del curso

Diseñar e implementar bioprocesos para la obtención de productos de interés industrial, de modo costo eficiente, optimizando los recursos y tomando en cuenta la naturaleza interdisciplinaria de los procesos biotecnológicos que une las ciencias biológicas con la ingeniería como tal.

### 4. Resultados de aprendizaje deseados al finalizar el curso

Resultados de aprendizaje (RdA)	RdA perfil de egreso de carrera	Nivel de desarrollo (carrera)
1. Considera modelos matemáticos en el diseño de procesos mediados por biocatalizadores bajo condiciones definidas	2.- Evalúa y diseña tecnologías biológicas aplicadas a procesos productivos, basados en normativas legales y de calidad, con el objetivo de optimizar los recursos y aumentar la productividad en empresas y laboratorios, con ética profesional.	<b>Inicial ( )</b> <b>Medio ( )</b> <b>Final (X)</b>
2. Estima tecnologías a escala de laboratorio que utilizan células o enzimas en la producción de moléculas de interés biotecnológico	6.- Elabora, evalúa y gestiona proyectos biotecnológicos de aplicación social e investigación, con criterio técnico y enfocado a la realidad nacional e internacional.	
3. Aplica en el laboratorio herramientas y principios físicoquímicos para el estudio de los sistemas y procesos biológicos	4.- Demuestra pericia en la aplicación de técnicas de laboratorio para análisis, diagnóstico e investigación	

### 5. Sistema de evaluación

De acuerdo al Modelo Educativo de la UDLA, la evaluación busca evidenciar el logro de los resultados de aprendizaje (RdA) enunciados en cada carrera y asignatura, a través de mecanismos de evaluación (MdE). Por lo tanto, la evaluación debe ser continua, formativa y sumativa. La UDLA estipula la siguiente distribución porcentual para los reportes de evaluaciones previstas en cada semestre de acuerdo al calendario académico:

Reporte de progreso 1	35%
Tareas	1%
Informes y Presentaciones	4%
Pruebas	5%
Perfil de Proyecto	10%
Examen 1	15%
Reporte de progreso 2	35%
Tareas	1%
Informes y Presentaciones	4%
Pruebas	5%
Proyecto Avance	10%

Examen 2	15%
Evaluación final	30%
Tareas	1%
Informes y Presentaciones	4%
Pruebas	5%
Proyecto final	8%
Examen final	12%

Al finalizar el curso habrá un examen de recuperación para los estudiantes que, habiendo cumplido con más del 80% de asistencia presencial a clases, deseen reemplazar la nota de un examen anterior (ningún otro tipo de evaluación). Este examen debe integrar todos los conocimientos estudiados durante el periodo académico, por lo que será de alta exigencia y el estudiante necesitará prepararse con rigurosidad. La nota de este examen reemplazará a la del examen que sustituye. Recordar que para rendir el EXAMEN DE RECUPERACIÓN, es requisito que el estudiante haya asistido por lo menos al 80% del total de las sesiones programadas de la materia. No se podrá sustituir la nota de un examen previo en el que el estudiante haya sido sancionado por una falta grave, como copia o deshonestidad académica.

## 6. Metodología del curso y de mecanismos de evaluación.

En función de los RdAs propuestos, el estudiante se involucra en un proceso de aprendizaje activo manteniendo una constante vinculación entre la teoría y la práctica. Con la finalidad de desarrollar actitudes y habilidades deseables en el campo de la investigación e industria, las metodologías y mecanismos de evaluación del curso de Bioprocesos consta de:

### 6.1. Escenario de aprendizaje presencial.

- Laboratorios: el estudiante pondrá en práctica los conocimientos adquiridos durante las sesiones de teoría, manipulando distintos equipos y materiales de laboratorio relacionados con la cátedra, bajo la supervisión del docente quien proporcionará oportunamente una guía de prácticas, para posteriormente realizar un informe en donde el alumno procese y analice todos los datos obtenidos con bibliografía académica que sustente sus ideas. La actividad será evaluada de acuerdo a la rúbrica respectiva.
- Presentaciones 4%: en base a las clases magistrales y a lectura bibliográfica, se distribuirán los temas entre los alumnos para que realicen una presentación y transmitan el conocimiento a la clase a través de una presentación oral. La actividad será evaluada de acuerdo a la rúbrica respectiva.
- Presentaciones del proyecto 4%: los grupos realizan una presentación oral para defender la información obtenida en sus proyectos
- Examen 1y 2. 15%: los alumnos serán evaluados mediante un examen escrito de opción múltiple y ejercicios a desarrollar.

- Examen final 12%: los alumnos serán evaluados mediante un examen escrito de opción múltiple y ejercicios a desarrollar.
- Prueba 5%: los alumnos serán evaluados periódicamente por medio de pruebas escritas para evaluar las lecturas y ejercicios.

### 6.2. Escenario de aprendizaje virtual.

- Tareas 1%: en el aula virtual donde se realizan preguntas de control de lectura, aplicación de conocimientos y discusión de la literatura proporcionada.

### 6.3. Escenario de aprendizaje autónomo.

- Perfil del proyecto 10%: los grupos elaboran una propuesta del proyecto, tomando en cuenta un tema, objetivos, hipótesis, antecedentes, definición del problema, justificación, metodología (protocolos y diseño experimental), resultados esperados, impactos, referencias, cronograma y presupuesto.
- Proyecto Avance 10%: los grupos elaboran un avance del proyecto de investigación que incluye un tema, objetivos, marco teórico, materiales y métodos, resultados, discusión, conclusiones, referencias y anexos.
- Proyecto final 8%: tomando en cuenta las observaciones del avance del proyecto, se debe elaborar un poster y un artículo científico
- Tareas 1%: Controles de lectura, ensayos, ejercicios
- Informes 4%: pueden ser de dos tipos, informe de salida de campo o informe de laboratorio. Los dos poseen el mismo formato.

## 7. Temas y subtemas del curso

RdA	Temas	Subtemas
2. Estima tecnologías a escala de laboratorio que utilizan células o enzimas en la producción de moléculas de interés biotecnológico	1. Introducción	1.1. Biotecnología y procesos biológicos 1.2. Introducción a los Bioprocesos
	2. Cultivos celulares y medios de cultivo industriales	2.1. Tipos de cultivos 2.2. Microorganismos de interés comercial 2.3. Preparación de inóculo y medición del crecimiento celular 2.4. Medios de cultivo de aplicación industrial 2.5 Fermentación en estado líquido 2.6. Fermentación en estado sólido
1. Considera modelos matemáticos en el diseño de procesos mediados por biocatalizadores bajo condiciones definidas 3. Aplica en el laboratorio herramientas y principios de la química para el estudio de los sistemas y procesos biológicos.	3. Estequiometría y parámetros cinéticos del cultivo microbiano	3.1. Estequiometría de crecimiento microbiano. 3.2. Estequiometría de formación de producto 3.3. Rendimientos: biomasa, producto y oxígeno, teóricos y prácticos. 3.4. Cinética en lote 3.5. Cinética lote alimentado 3.6. Cinética en tanque agitado

2. Estima tecnologías a escala de laboratorio que utilizan células o enzimas en la producción de moléculas de interés biotecnológico	4. Diseño y aplicaciones de Biorreactores y Bioprocesos	4.1. Clasificación de los biorreactores 4.2. Diseño de biorreactores 4.3. Agitación y aeración en biorreactores 4.4. Variación de escala en procesos biotecnológicos 4.5. Reactores con células y enzimas inmovilizadas 4.6. Automatización y Control de bioprocesos 4.7. Esterilización y descontaminación de equipos 4.8. Procesos industriales y bioproductos
3. Aplica en el laboratorio herramientas y principios de la química para el estudio de los sistemas y procesos biológicos.		

## 8. Planificación secuencial del curso

Semana 1 (7-11 marzo)					
RdA	Tema	Subtema	Actividad/metodología/clase	Tarea/trabajo autónomo	MdE/Producto/fecha de entrega
2	1. Introducción	1.1. Biotecnología y procesos biológicos 1.2. Introducción a los Bioprocesos	(1) Presentación silabo, estudiantes y temas de proyecto (1hora). (1) Prueba de diagnóstico (1horas). (1) Clase magistral (2horas).	(2) Lectura 1: Doran, P. (1998). <i>Principios de ingeniería de los bioprocesos</i> . Pp 1-8 (2) Lectura 2 Dutta, R. (2008). <i>Fundamentals of Biochemical Engineering</i> . Pp 1-7 (2) Tarea 1. Seleccionar tema para proyecto semestral. Presentar tema y objetivos.	-Prueba diagnóstico/ Calificación directa/ Fecha de entrega: Semana 1  - Tarea 1. /Calificación directa/ Fecha de entrega: Semana 2
Semana 2 (14-18 marzo)					
2	1. Introducción	1.1. Biotecnología y procesos biológicos 1.2. Introducción a los Bioprocesos	(1) Clase magistral (2horas). (1) Taller 1 en clase, elaboración de diagramas de flujo y diagramas de bloques (2horas)	(2) Lectura 3 artículo (2) Tarea 2. Control de lecturas.	- Taller 1/ calificación directa/ entrega semana 2  -Tarea 2. /Calificación directa/ Fecha de entrega: semana 3
Semana 3 (21-25 marzo)					
2	2. Cultivos celulares y medios de cultivo industriales	2.1. Tipos de cultivos 2.2. Microorganismos de interés comercial	(1) Clase magistral (2horas). (1) Presentación. microorganismos	((2) Lectura 4. Dutta, R. (2008). <i>Fundamentals of Biochemical Engineering</i> . Pp	- Presentación/ Rubrica/ Fecha de entrega: semana 3 -Tarea 3.

			de interés comercial	92-101/116-117  (2) Tarea 3. Ensayo. principales microorganismos de interés comercial	/Calificación directa/Fecha de entrega: semana 4
<b>Semana 4 (28 marzo – 1 abril)</b>					
2	2. Cultivos celulares y medios de cultivo industriales	2.3. Preparación de inoculo y medición del crecimiento celular 2.4. Medios de cultivo de aplicación industrial	(1) Clase magistral (2horas).  (1) Laboratorio 1. (2horas)	(2) Lectura. Flickinger, M. C. (2013). <i>Upstream Industrial Biotechnology</i> : vol 1. Pp 699-709  (2) Informe de laboratorio 1. grupal.	- Informe 1. Rubrica/ Fecha de entrega: semana 5.
<b>Semana 5 (4-8 abril)</b>					
2	2. Cultivos celulares y medios de cultivo industriales	2.5 Fermentación en estado líquido 2.6. Fermentación en estado sólido	(1) Clase magistral (2 hora).  (1) Presentación perfil de proyecto (2horas)	(2) Perfil de proyecto	- Presentación perfil proyecto Rubrica/ Fecha de entrega: semana 5.  - Perfil Proyecto Rubrica/ Fecha de entrega: semana 6.
<b>Semana 6 (11-15 abril)</b>					
2	2. Cultivos celulares y medios de cultivo industriales	2.1. Tipos de cultivos 2.2. Microorganismos de interés comercial 2.3. Preparación de inoculo y medición del crecimiento celular 2.4. Medios de cultivo de aplicación industrial 2.5 Fermentación en estado líquido 2.6. Fermentación en estado sólido	(1) Clase magistral (2 hora).  (1) Progreso 1. Examen (1horas).		-Prueba 2/ Calificación directa/ Fecha de entrega: semana 3
<b>Semana 7 (18-22 abril)</b>					
1,3	3. Estequiometría y parámetros cinéticos del	3.1. Estequiometría de crecimiento microbiano. 3.2. Estequiometría de formación de producto	(1) Retroalimentación (1h)  (1) Clase magistral (2h)	(2) Lectura Doran, P. (1998). <i>Principios de ingeniería de los bioprocesos</i> . Pp 74-79	- Tareas 4 /Calificación directa/Fecha de entrega: semana 8

	cultivo microbiano	3.3. Rendimientos: biomasa, producto y oxígeno, teóricos y prácticos.	(1) Ejercicios demostrativos (1horas).	(2) Tarea 4 Ejercicios. Doran, P. (1998). <i>Principios de ingeniería de los bioprocesos.</i>	
<b>Semana 8 (25-29 abril)</b>					
1,3	3. Estequiometría y parámetros cinéticos del cultivo microbiano	3.1. Estequiometría de crecimiento microbiano. 3.2. Estequiometría de formación de producto 3.3. Rendimientos: biomasa, producto y oxígeno, teóricos y prácticos.	(1) Clase magistral (1 hora).  (1) Ejercicios demostrativos (1horas).  (1) Taller 2. Ejercicios (2horas).	(2) Lectura. Artículo científico  (2) Tarea 5. Ejercicios. Doran, P. (1998). <i>Principios de ingeniería de los bioprocesos</i>	- Taller 2. / calificación directa/ entrega semana 8  - Tarea 5 Calificación directa/ Fecha de entrega: una semana 9
<b>Semana 9 (2-6 mayo)</b>					
1,3	3. Estequiometría y parámetros cinéticos del cultivo microbiano	3.4. Cinética en lote 3.5. Cinética lote alimentado	(1) Clase magistral (2 horas)  (1) Laboratorio 2. (2 hora)	(2) Lectura. Doran, P. (1998). <i>Principios de ingeniería de los bioprocesos.</i> Pp 352-361	-Informe 2. de Laboratorio / Rúbrica / Fecha de entrega: una semana 11
<b>Semana10 (9-13 mayo)</b>					
1,3	3. Estequiometría y parámetros cinéticos del cultivo microbiano	3.5. Cinética lote alimentado 3.6. Cinética en tanque agitado continuo	(1) Clase magistral (1 hora).  (1) Ejercicios demostrativos (1horas).  (1) Laboratorio 2. (2 hora)	(2) Lectura. Doran, P. (1998). <i>Principios de ingeniería de los bioprocesos.</i> Pp 361-371  (2) Informe de laboratorio 2. grupal.	- Informe 2. de Laboratorio / Rúbrica / Fecha de entrega: una semana 11
<b>Semana 11 (16-20 mayo)</b>					
	3. Estequiometría y parámetros cinéticos del cultivo microbiano	3.1. Estequiometría de crecimiento microbiano. 3.2. Estequiometría de formación de producto 3.3. Rendimientos: biomasa, producto y oxígeno, teóricos y prácticos. 3.4. Cinética en lote 3.5. Cinética lote	(1) Prueba (1 hora).  (1) Ejercicios (1 hora).  (1) Salida de campo (2horas).	(2) Lectura. Artículo científico  (2) Informe de salida de campo. grupal.	- Informe salida de campo / Rúbrica / Fecha de entrega: una semana 12



		alimentado 3.6. Cinética en tanque agitado			
<b>Semana 12 (23-27 mayo)</b>					
2,3	4. Diseño y aplicaciones de Biorreactores y Bioprocesos	4.1. Clasificación de los biorreactores 4.2. Diseño de biorreactores	(1) Clase magistral (2 horas)  (1) Ejercicios (1 hora)  (2) Presentación. Tipos de Biorreactores (2hora)	(2) Lectura: Flickinger, M. C. (2013). <i>Upstream Industrial Biotechnology</i>  (2) Tarea 6. Consulta tipo de Biorreactores	- Presentación perfil proyecto /Rubrica/ Fecha de entrega: semana 12.  - Tarea 6 Calificación directa/ Fecha de entrega: una semana 13
<b>Semana 13 (30 mayo-3 junio)</b>					
2,3	4. Diseño y aplicaciones de Biorreactores y Bioprocesos	4.1. Clasificación de los biorreactores 4.2. Diseño de biorreactores	(1) Presentación avance de Proyecto (2 hora).  (1) Examen (2horas).	(2) Avance de Proyecto	-Examen progreso 2 / Fecha de entrega: semana 13 -Avance de Proyecto. /Rubrica/ Fecha de entrega: semana 14.
<b>Semana 14 (6-10 junio)</b>					
2,3	4. Diseño y aplicaciones de Biorreactores y Bioprocesos	4.3. Agitación y aeración en biorreactores 4.4. Variación de escala en procesos biotecnológicos	(1) Retroalimentación (1 hora).  (1) Clase magistral (1 hora).  (1) Ejercicios demostrativos (2horas).	(2) Lectura: Flickinger, M. C. (2013). <i>Upstream Industrial Biotechnology</i>  (2) Tarea 7. Ejercicios.	- Tarea 7 Calificación directa/ Fecha de entrega: una semana 15
<b>Semana 15 (13-17 junio)</b>					
2,3	4. Diseño y aplicaciones de Biorreactores y Bioprocesos	4.5. Reactores con células y enzimas inmovilizadas 4.6. Automatización y Control de bioprocesos	(1) Clase magistral (2 hora).  (1) Laboratorio o Salida de Campo (2horas).	(2) Lectura Flickinger, M. C. (2013). <i>Upstream Industrial Biotechnology</i>  (2) Informe grupal	-Informe / Rúbrica / Fecha de entrega: una semana 16
<b>Semana 16 (20-24 junio)</b>					
2,3	4. Diseño y aplicaciones de Biorreactores y Bioprocesos	4.7. Esterilización y descontaminación de equipos 4.8. Procesos industriales y bioproductos	(1) Clase magistral (1 hora). (1) Ejercicios demostrativos (1horas). (1) Presentación Final de Proyecto	(2) Proyecto Final  (2) Tarea 8. Ejercicios. Doran, P. (1998). <i>Principios de ingeniería de los</i>	- Proyecto Final. / Rúbrica / Fecha de entrega: una semana 17  - Tarea 8



			(2 hora).	bioprocesos	Calificación directa/ Fecha de entrega: una semana 17
<b>Semana 17 (27 junio- 1 julio)</b>					
Recuperación de clases					
<b>Semana 18 (4-8 julio)</b>					
Evaluación final y examen de recuperación					
<b>Semana 19 (11-15 julio)</b>					
Evaluación final y examen de recuperación					

## 9. Normas y procedimientos para el aula

- 9.1. Leer y firmar por completo el sílabo propuesto; en caso de cambios de fechas el docente comunicará tales modificaciones a través del aula virtual, así que es responsabilidad del estudiante revisar oportunamente ese medio de comunicación.
- 9.2. Cumplir con las normas establecidas por la persona encargada del laboratorio, para el uso de las instalaciones del LQ3 durante la ejecución de la fase experimental de los proyectos. A continuación dos de las principales normas:
  - “Para tener acceso al laboratorio, los estudiantes deben rendir un examen de conocimientos teórico-prácticos que avalen que el estudiante está mínimamente capacitado para el trabajo en laboratorio. En el caso de que el estudiante no alcance el puntaje mínimo, deberá seguir un curso de capacitación que será dictado en el mismo laboratorio para rendir nuevamente el examen y acceder al laboratorio” (Normas de ingreso LQ3, 2015).
  - “Para el trabajo en el laboratorio, los estudiantes tienen la obligación de dejar el laboratorio limpio, el material lavado y ordenado; los reactivos y soluciones ordenados así como debidamente etiquetados. El no cumplimiento de la disposición acarreará la pérdida de 3 (tres) puntos en el informe o proyecto que esté desarrollando. La pérdida de puntos será para todo el curso (en el caso de una práctica de laboratorio) y para todo el grupo en el caso de un proyecto. La reincidencia de la falta acarreará la pérdida completa del puntaje del informe o proyecto y la suspensión de la entrada al laboratorio” (Normas de ingreso LQ3).
- 9.3. El estudiante puede ingresar hasta 10 minutos iniciada la sesión de clases, transcurrido este tiempo se considerará como falta.
- 9.4. Se prohíbe el uso de teléfonos móviles durante las sesiones. De incurrir en esta falta, el estudiante debe abandonar la clase y esto es considerado como inasistencia a las horas de clase.
- 9.5. Durante los exámenes y pruebas los estudiantes dejan sus mochilas y celulares adelante, pasan solo con esfero, lápiz, borrador y calculadora de ser el caso
- 9.6. No existen trabajos extra para mejorar una calificación.
- 9.7. No se aceptan trabajos escritos y tareas fuera del plazo acordado.
- 9.8. Los integrantes del proyecto semestral tienen la obligación de colaborar y trabajar equitativamente en todas las fases del proyecto. No existirá disolución de grupos de trabajo, pero se penaliza con una calificación de

- cero al estudiante que no trabaje con su grupo en el correspondiente avance.
- 9.9. En caso de detectar plagio en trabajos escritos (similitud > 10%), intento de copia o cualquier tipo de interacción durante los exámenes y pruebas se penalizará con una calificación de cero al estudiante o grupo de trabajo. Los trabajos serán revisados con el software Turnitin, los mismos que deben ser subidos en Word.
- 9.10. Durante las prácticas de laboratorio el estudiante debe presentarse 5 minutos antes y portar su mandil de laboratorio con libreta de apuntes, caso contrario no puede ingresar, no puede presentar el informe y se considera inasistencia.
- 9.11. En caso de solicitar adelanto de examen final, realizar este pedido vía Secretaría Académica o Dirección de la Carrera.

## 10. Referencias bibliográficas

### 10.1. Principales.

Doran, P. (1998). *Principios de ingeniería de los bioprocesos*. Zaragoza, España: Acribia

Dutta, R. (2008). *Fundamentals of Biochemical Engineering*. Berlin, Alemania: Springer.

### 10.2. Referencias complementarias.

Flickinger, M. C. (2013). *Upstream Industrial Biotechnology: expressions systems and process development*. New Jersey, USA: Wiley.

Flickinger, M. C. (2013). *Upstream Industrial Biotechnology: equipment, process desing, sensing, control, and cGPM operations*. New Jersey, USA: Wiley.

Reddy, S.M., Redy S.R., Babu N. (2012). *Basic Industrial Biotechnology*. New Delhi, India: New Age International (P) Ltd., Publishers.

Waites, M., Morgan, N., Rockey, J., Higton, G. (2009). *Industrial Microbiology: An introduction*. Osney Mead, England: Blackwell.

## 11. Perfil del docente

Nombre del docente: María Alejandra Cruz

“Maestria en Ingeniería en Bioprocesos y Biotecnología (Universidad Federal de Paraná, Brasil), Ingeniera en Biotecnología (Escuela Politécnica de Ejercito). Experiencia en Investigación, Biotecnología industrial, ambiental y microbiología.

Sílabo 2016-2



Líneas de investigación en Biocombustibles, Bioprospección, Biomasa y Bioproductos.

Contacto

Correo electrónico: [csma.cruz@udlanet.ec](mailto:csma.cruz@udlanet.ec)

Telefono: 3981000

Horario de atención a los estudiantes: por determinar.