

**Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias**  
**Ingeniería en Biotecnología**  
**IBT842 / BIOPROCESOS**  
Período 2016-1

**1. Identificación**

Número de sesiones: 64

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

Créditos – malla actual: 6

Profesor: MSc. Diana Maricela Flores Garcés

Correo electrónico del docente: [dm.flores@udlanet.ec](mailto:dm.flores@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 se encarga del estudio de procesos en los cuales se usan algunos biocatalizadores para la obtención de algún producto. Involucra el empleo de reactores biológicos y la aplicación de principios físico-químicos, balances de materia y energía, fenómenos de transporte y criterios de diseño.

**3. Objetivo del curso**

Diseñar e implementar bioprocesos para la producción de compuestos de interés industrial, de modo eficiente y con un máximo aprovechamiento de la materia prima, mediante la aplicación de principios físicos, químicos y matemáticos.

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

Resultados de aprendizaje (RdA)	RdA perfil de egreso de carrera	Nivel de desarrollo (carrera)
1. Integra modelos matemáticos en el diseño de procesos mediados por biocatalizadores bajo condiciones definidas.	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> (X) <b>Final</b> ( )
2. Desarrolla tecnologías a escala de laboratorio que utilizan células o enzimas en la producción de moléculas de interés biotecnológico.	Elabora, evalúa y gestiona proyectos de investigación y experimentación biotecnológicos con beneficios sociales y productivos enfocados a la realidad nacional e internacional.	
3. Aplica en el laboratorio herramientas y principios de la química para el estudio de los sistemas y procesos biológicos	Aplica 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%):**

- Lecturas : **6%**.
- Exposiciones orales: **8%**.
- Ejercicios propuestos: **2%**.
- Escrito proyecto avance 1: **6%**.
- Examen 1: **13%**.

##### **Reporte de progreso 2 (35%):**

- Ejercicios propuestos: **2 %**.
- Laboratorios: **8 %**.
- Exposiciones orales: **8%**.
- Lecturas: **2 %**.
- Escrito proyecto avance 2: **5 %**.
- Examen 2: **10 %** (rúbrica).

##### **Evaluación final (30%):**

- Lecturas: **2 %**.
- Póster científico: **5 %**.
- Artículo científico: **8 %**.

- Examen 3: **15 %**.

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.**

- Charlas magistrales con participación de los estudiantes: diferentes temas a ser tratados en esta materia, abiertas al debate.
- Análisis de casos: el estudiante deberá preparar una presentación oral de un artículo de investigación afín a la cátedra publicado en una revista científica de alto impacto (Nature, Science, Applied Microbiology and Biotechnology, Biotechnology and Bioengineering, Developments in Industrial Microbiology, etc). La actividad será evaluada de acuerdo a la rúbrica respectiva.
- 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.
- Exámenes en cada progreso en donde los alumnos resolverán una evaluación que contienen un componente teórico y uno práctico.

### **6.2. Escenario de aprendizaje virtual.**

- Indagación en bases de datos especializadas para realizar las distintas actividades propuestas en el sistema de evaluación como son presentaciones orales, laboratorios, lecturas complementarias y proyecto semestral. Todas las actividades tienen una rúbrica.

### **6.3. Escenario de aprendizaje autónomo.**

- Preparación de presentaciones orales sobre investigaciones o temas relevantes relacionados con la materia.
- Lecturas complementarias a las charlas magistrales.
- Elaboración de informes de laboratorio.
- Ejercicios propuestos: Son simulaciones de modelos a ser resueltos en talleres grupales o individuales utilizando herramientas computacionales.

- Proyecto semestral: actividad realizada de modo paralelo al módulo y cuyo producto final es una exposición de resultados plasmados en un poster científico y un artículo científico. Detalles del proyecto: Dicho proyecto no debe ser confundido con una práctica de laboratorio, ya que debe incluir a más de objetivos e hipótesis bien definidos, un diseño experimental acorde al proyecto o por lo menos un análisis estadístico. Se establecerá un cronograma de presentaciones para los diferentes avances y defensas orales y se lo socializará en el aula virtual oportunamente.

Los formatos para cada avance, así como las rúbricas para las distintas actividades programadas a lo largo del semestre se encuentran en la parte de *Anexos* del presente sílabo.

## 7. Temas y subtemas del curso

RdA	Temas	Subtemas
1. Integra modelos matemáticos en el diseño de procesos mediados por biocatalizadores bajo condiciones definidas	1. Estequiometría del crecimiento microbiano.	1.1 Estequiometría del crecimiento y balances elementales con y sin formación de producto 1.2 Rendimientos: biomasa, producto y oxígeno, teóricos y verdaderos.
	2. Cinética del crecimiento microbiano	2.1 Crecimiento celular en cultivos operados en modo lote 2.2 Efecto del sustrato en la velocidad de crecimiento, modelo de Monod 2.3 Generación de productos asociados y no asociados al crecimiento celular, modelo de Luedeking y Piret 2.4 Velocidad específica y volumétrica de consumo de sustrato y de generación biomasa y producto.
	3. Diseño de biorreactores ideales	3.1 Diseño de reactores ideales, tanque agitado de mezcla perfecta y flujo pistón 3.2 Operación en modo lote de reactores de mezcla perfecta 3.3 Operación en modo lote alimentado de reactores de mezcla perfecta. 3.4 Operación en modo continuo de reactores de mezcla perfecta.
	4. Fenómenos de transporte en biorreactores	4.1 Patrones de flujo, mezcla y transferencia de momento 4.2 Eficiencia de la mezcla, equipos y cálculo de la potencia de agitación 4.3 Transferencia de energía en biorreactores, balances de energía 4.4 Diseño de intercambiadores de calor para biorreactores 4.5 Transferencia de materia y aireación, definición y correlaciones para $k_La$ 4.6 Cálculo del flujo de aire y diseño de equipos

<p>2. Desarrolla tecnologías a escala de laboratorio que utilizan células o enzimas en la producción de moléculas de interés biotecnológico.</p> <p>3. Aplica en el laboratorio herramientas y principios de la química para el estudio de los sistemas y procesos biológicos.</p>	<p>5. Aplicaciones de los bioprocesos en la industria (Proyecto semestral)</p>	<p>5.1 Diseño y aplicaciones de los biorreactores</p> <p>5.2 Planificación y propuesta de un proyecto</p> <p>5.3 Ejecución y puesta en marcha del proyecto</p>
--	--	--

## 8. Planificación secuencial del curso

(1) Presencial; (2) Virtual y (3) Autónomo

Semanas 1 – 3					
# RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ metodología/clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
1	1. Estequiometría del crecimiento microbiano	1.1 Estequiometría del crecimiento y balances elementales con y sin formación de producto  1.2 Rendimientos: biomasa, producto y oxígeno, teóricos y verdaderos.	(1) clases magistrales  (1) Planteamiento y resolución de ejercicios  (1) Caso de estudio; exposición	(2, 3) Lectura “Cell Cultivations” (Dutta, 2008, pp. 92 - 126)  (2, 3) Lectura “Cell Kinetics and Fermenter Design” (Dutta, 2008, pp. 127-135)  (2, 3) Análisis de artículo científico	1. Resumen de lectura “Cell Cultivations”  2. Resumen de lectura “Cell Kinetics and Fermenter Design”  3. Exposición oral artículo científico (rúbrica).  <b>02/10/2015</b>

Semanas 4 – 6					
# RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ metodología/clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
1 y 3	2. Cinética del crecimiento microbiano	2.1 Crecimiento celular en cultivos operados en modo lote  2.2 Efecto del sustrato en la velocidad de crecimiento, modelo de Monod  2.3 Generación de	(1) clases magistrales  (1) Planteamiento y resolución de ejercicios  (1) Exposición oral	(2, 3) Resolución de ejercicios propuestos.  (2, 3) Lectura de capítulo Reacciones homogéneas (Doran, 1998, pp. 269 - 305)  (2, 3) Elaborar informes de laboratorios	1. Primera exposición y escrito de avance de proyecto (rúbrica) <b>09/10/2015</b>  2. Trabajo escrito de resolución de ejercicios propuestos.  3. Resumen lectura de capítulo Reacciones homogéneas  6. Prueba escrita con parte teórica y

Sílabo 2016-1 (Pre-grado)

		<p>productos asociados y no asociados al crecimiento celular, modelo de Luedeking y Piret</p> <p>2.4 Velocidad específica y volumétrica de consumo de sustrato y de generación biomasa y producto</p>			<p>de resolución de ejercicios</p> <p><b>23/10/2015</b></p>
--	--	---	--	--	---

Semanas 7 – 13					
# RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ metodología/clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
1, 2 y 3	3. Diseño de biorreactores ideales	<p>3.1 Diseño de reactores ideales, tanque agitado de mezcla perfecta y flujo pistón</p> <p>3.2 Operación en modo lote de reactores de mezcla perfecta</p> <p>3.3 Operación en modo lote alimentado de reactores de mezcla perfecta</p> <p>3.4 Operación en modo continuo de</p>	<p>(1) clases magistrales</p> <p>(1) Planteamiento y resolución de ejercicios</p> <p>(1) Laboratorio: determinación del rendimiento de biomasa en función del sustrato.</p> <p>(1) Laboratorio: cultivo en modo lote de levaduras en un biorreactor</p> <p>(1) Taller sobre lectura complementaria; exposiciones</p>	<p>(2, 3) Resolución de ejercicios propuestos.</p> <p>(2, 3) Preparar taller basado en la lectura complementaria “Reacciones heterogéneas” (Doran, 1998, pp. 331 – 348)</p> <p>(2, 3) Lectura de “Ingeniería de los reactores” (Doran, 1998, pp. 349 - 406)</p> <p>(2, 3) Elaborar informes de laboratorios</p> <p>(2, 3) Trabajo autónomo en laboratorio del proyecto final</p>	<p>1. Segunda exposición oral y escrito de avance de proyecto (rúbrica)</p> <p>2. Informes de laboratorio <b>13/11/2015</b></p> <p>3. Taller de lectura “Reacciones heterogéneas”</p> <p>4. Informe de lectura “Ingeniería de los reactores”</p> <p>5. Trabajo escrito de resolución de ejercicios propuestos.</p>

		reactores de mezcla perfecta			6. Prueba escrita con parte teórica y de resolución de ejercicios <b>11/12/2015</b>
--	--	------------------------------	--	--	--

Semanas 14 – 16					
# RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ metodología/clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
1, 2 y 3	4. Fenómenos de transporte en biorreactores	<p>4.1 Patrones de flujo, mezcla y transferencia de momento</p> <p>4.2 Eficiencia de la mezcla, equipos y cálculo de la potencia de agitación</p> <p>4.3 Transferencia de energía en biorreactores, balances de energía</p> <p>4.4 Diseño de intercambiadores de calor para biorreactores</p> <p>4.5 Transferencia de materia y aireación, definición y correlaciones para <math>k_L a</math></p> <p>4.6 Cálculo del flujo de aire y diseño de equipos</p>	<p>(1) clases magistrales</p> <p>(1) Planteamiento y resolución de ejercicios</p> <p>(1) Exposiciones orales</p>	<p>(2, 3) Lectura “Bioreactor scale-up and oxygen transfer rate in microbial processes: An overview” (García-Ochoa, 2009); <b>material disponible en el aula virtual</b></p> <p>(2, 3) Trabajo autónomo en laboratorio del proyecto final</p> <p>(2, 3) Elaborar póster, artículo y stand para exposición</p>	<p>1. Defensa oral de resultados finales de proyecto semestral (Rúbrica).</p> <p>2. Poster científico, artículo y exposición (Rúbrica). <b>15/01/2016</b></p> <p>4. Informe escrito: “Bioreactor scale-up and oxygen transfer rate in microbial processes: An overview”</p> <p>5. Prueba escrita con parte teórica y práctica. <b>Fecha: 26/01/2016</b></p>



## 9. Normas y procedimientos para el aula

- 9.1. Leer 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, 2015).
- 9.3. El estudiante se compromete a no faltar más del 80% de las clases, caso contrario no tendrá el derecho de pedir el denominado examen de recuperación.
- 9.4. El estudiante puede ingresar hasta 10 minutos iniciada la sesión de clases, transcurrido este tiempo se considerará como falta.
- 9.5. 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.
- 9.6. 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 se penalizará con una calificación de cero al estudiante o grupo de trabajo. Los trabajos serán revisados con el software Turnitin.
- 9.10. Durante las prácticas de laboratorio el estudiante debe presentarse 5 minutos antes y portar su bata de laboratorio con libreta de apuntes, caso contrario no puede ingresar, no puede presentar el informe y se considera inasistencia.
- 9.11. Solicitar tutorías al correo udlanet del docente con al menos una semana de anticipación exponiendo brevemente los temas que el estudiante o grupo desea analizar.
- 9.12. 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.

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

Mosier, N. S., & Ladisch, M. R. (2009). *Modern Biotechnology: Connecting Innovations in Microbiology and Biochemistry to Engineering Fundamentals*. Hoboken, NJ, USA: Wiley. (Libro Virtual)

Flickinger, M. C. (2013). *Upstream Industrial Biotechnology*. Somerset, NJ, USA: Wiley. (Libro Virtual)

Reddy, S. M., Reddy, R. S., & Babu, G. N. (2012). *Basic Industrial Biotechnology*. Daryaganj, IND: New Age International. (Libro Virtual)

Dumont, F. E., & Sacco, J. A. (2009). *Biotechnology in Agriculture, Industry and Medicine Biochemical Engineering*. Hauppauge, NY, USA: Nova Science Publishers, Inc. (Libro Virtual)

Cortassa, S., Aon, M. A., & Lloyd, D. (2002). *Introduction to Metabolic and Cellular Engineering*. River Edge, NJ, USA: World Scientific. (Libro Virtual)

Nauman, E. B. (2008). *Chemical Reactor Design, Optimization, and Scaleup (2nd Edition)*. Hoboken, NJ, USA: Wiley. (Libro Virtual)

## 11. Perfil del docente

Nombre del docente: Diana Flores

Master en Biotecnología Avanzada con mención en Biología Molecular y Terapéutica por la Universidad Autónoma de Barcelona; Ingeniera en Biotecnología por la UFA – ESPE. Experiencia en cultivo de células animales, purificación de proteínas (FPLC), procesos de downstream, aplicaciones de biología molecular (ADN, PCR), software bioinformático, docencia (Química, Química Orgánica, Enzimología, Bioprocesos), investigación, laboratorios de química, microbiología y biotecnología ambiental.

Contacto: [dm.flores@udlanet.ec](mailto:dm.flores@udlanet.ec)

Sílabo 2016-1 (Pre-grado)

Teléfono: +593 2 3970000 ext. 615

Horario de atención a estudiantes: por determinar.