

**Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias**  
**Ingeniería en Biotecnología**  
**IBT611 Enzimología**  
 Período 2017-2

**1. Identificación**

Número de sesiones: 48.

Número total de horas de aprendizaje: 120 horas (48 horas presenciales + 72 horas de trabajo autónomo).

Créditos – malla actual: 4.5

Profesor: Ing. Mónica Vaca Proaño M.Sc.

Correo electrónico del docente (Udlanet): [monica.vaca@udlanet.ec](mailto:monica.vaca@udlanet.ec)

Coordinador: Dra. Vivian Morera.

Campus: Queri.

Pre-requisito: IBT511.

Co-requisito:

Paralelo: IBT611 - 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				

**2. Descripción del curso**

Las enzimas son macromoléculas biológicas que aumentan la velocidad de varios de los procesos que ocurren en los sistemas biológicos. Debido a su versatilidad actualmente tienen varias aplicaciones en la industria biotecnológica. Por esta razón que la cátedra de Enzimología se enfoca en estudio, caracterización y aplicaciones de enzimas en distintos procesos, para lo cual se analiza de forma teórico-práctica temas como: cinética de reacción, parámetros y modelos cinéticos que permiten determinar el comportamiento de una reacción mediada por enzimas.

### 3. Objetivo del curso

Aplicar los principios básicos de Enzimología para el desarrollo de propuestas biotecnológicas que utilicen biocatalizadores.

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

Resultados de aprendizaje (RdA)	RdA perfil de egreso de carrera	Nivel de desarrollo (carrera)
1. Explica mediante modelos matemáticos reacciones mediadas por enzimas.  2. Desarrolla propuestas biotecnológicas que utilicen biocatalizadores.	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.	Inicial ( ) Medio (X) Final ( )
3. Aplica en el laboratorio herramientas y principios de la enzimología 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 y Controles de lecturas	10%
Exposiciones orales	10%
Examen progreso 1	15 %
Reporte de progreso 2	35%
Tareas y Controles de lecturas	10%
Informes Laboratorio	10%
Examen progreso 2	15 %

Evaluación final	30%
Controles de lectura	5%
Proyecto (presentación oral y escrita)	10%
Examen final	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 Enzimología consta de:

### 6.1. Escenario de aprendizaje presencial.

- Controles de lectura. Los controles de lectura de cada uno de los temas se realizarán de forma presencial, al finalizar cada uno de los subtemas impartidos en la materia. Anterior a estos, los estudiantes habrán recibido una conferencia teórica y una clase de resolución de ejercicios y problemas. También habrá un espacio de intercambio en relación a los conceptos y teorías propios de la materia.
- Clases magistrales. Se trabajará en clases magistrales con participación de los estudiantes donde se podrá intercambiar sobre los conceptos y teorías propios de la materia.
- Resolución de ejercicios y problemas. Los estudiantes resolverán ejercicios/problemas en clase, los que serán previamente indicados en el aula virtual.
- Se realizarán laboratorios prácticos para que los estudiantes puedan aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en la materia y la carrera.

### 6.2. Escenario de aprendizaje virtual

- Se realizará la resolución de ejercicios y problemas con carácter evaluativo en el contexto del aula virtual.
- Las presentaciones y el material proporcionado por el docente, tales como ejercicios, problemas, videos, entre otros se subirán al aula virtual como material complementario a las conferencias magistrales.

### 6.3. Escenario de aprendizaje autónomo

- Resolución de ejercicios y problemas de modo autónomo o en equipo para la posterior discusión en clase práctica.
- Proyecto semestral. Actividad realizada de modo paralelo al módulo y cuyo producto final es una exposición de resultados plasmados en 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.

### 7. Temas y subtemas del curso

RdA	Temas	Subtemas
1. Explica mediante modelos matemáticos reacciones mediadas por enzimas.	1. Principios de enzimología	1.1. Catálisis y biocatálisis, Estructura, clasificación y funcionalidad
	2. Enzimas en procesos industriales	2.1. Aplicaciones de las enzimas y procesos enzimáticos 2.2. Producción y purificación de enzimas a nivel industrial
	3. Cinética de las reacciones enzimáticas bajo el efecto de la concentración de sustrato y moduladores (inhibición y mecanismos multisustratos).	3.1. Concepto y definición de la actividad enzimática 3.2. Cinética simple, modelos de Michaelis y Menten y de Briggs y Haldane. 3.3. Efecto de inhibidores en la cinética enzimática (inhibición competitiva, no competitiva, acompetitiva, mixta y por sustrato, totales y parciales, modelos cinéticos). 3.4. Reacciones multisustrato (mecanismo secuencial y oscilatorio, ordenando y aleatorio, modelos cinéticos) 3.5. Determinación de parámetros cinéticos con mecanismo bisustrato
	4. Cinética de las reacciones enzimáticas bajo efectos ambientales y de inmovilización	4.1. Estabilidad enzimática 4.2. Efecto del pH y la temperatura 4.3. Efectos de la inmovilización enzimática, restricciones difusionales y efectos de partición 4.4. Restricciones difusionales externas, número de Damkohler y factor de efectividad 4.5. Restricciones difusionales internas, módulo de Thiele y geometría de soportes.

<p>2. Aplica en el laboratorio herramientas y principios de la enzimología para el estudio de los sistemas y procesos biológicos</p> <p>3. Desarrolla propuestas biotecnológicas que utilicen biocatalizadores.</p>	<p>5. Aplicaciones de las enzimas en las industrias</p>	<p>5.1. Casos de aplicación</p> <p>5.2 Planificación y propuesta de un proyecto de aplicación</p> <p>5.3 Ejecución de proyecto y revisión de avances</p>
---	---	--

## 8. Planificación secuencial del curso

# RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ metodología/clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
		<b>Semana 1</b>			
1, 4	1. Principios de enzimología	1.1. Catálisis y biocatálisis, enzimas parte de la química verde	<b>(1)</b> Conferencias teóricas con participación de los estudiantes.  <b>(1)</b> Propuesta de ejercicios y problemas  <b>(1)</b> Discusión de ejercicios y problemas.	<b>(2)</b> Lectura de capítulos seleccionados de los libros de la bibliografía principal y/o artículos proporcionados por el docente <b>(2)</b> Resolución de ejercicios y problemas propuestos	- Control de lectura en aula virtual <i>Fecha: por definir</i>
		<b>Semana 2</b>			
		1.2. Estructura, clasificación y funcionalidad de las enzimas	<b>(1)</b> Conferencias teóricas con participación de los estudiantes.  <b>(1)</b> Propuesta de ejercicios y problemas  <b>(1)</b> Discusión de ejercicios y problemas.	<b>(2)</b> Lectura de capítulos seleccionados de los libros de la bibliografía principal y/o artículos proporcionados por el docente <b>(2)</b> Resolución de ejercicios y problemas propuestos	- Control de lectura en aula virtual <i>Fecha: por definir</i>
		<b>Semana 3</b>			

## Sílabo pregrado



1, 4	2. Enzimas en procesos industriales.	2.1. Aplicaciones de las enzimas y procesos enzimáticos. 2.2. Producción y purificación de enzimas a nivel industrial.	(1) Conferencias teóricas con participación de los estudiantes.  (1) Propuesta de ejercicios y problemas  (1) Discusión de ejercicios y problemas.	(2) Lectura de capítulos seleccionados de los libros de la bibliografía principal y/o artículos proporcionados por el docente (2) Resolución de ejercicios y problemas propuestos  (2) Preparación de la propuesta del proyecto semestral (Avance 1).	- Control de lectura en aula virtual <i>Fecha: por definir</i>  - presentación oral del avance de proyecto <i>Fecha: por definir</i>
		<b>Semana 4</b>			
1, 2	3. Cinética de las reacciones enzimáticas bajo el efecto de la concentración de sustrato y moduladores (inhibición y mecanismos multisustratos)	3.1. Concepto y definición de la actividad enzimática 3.2. Cinética simple, modelos de Michaelis y Menten (equilibrio rápido) y de Briggs y Haldane (estado estacionario)	(1) Conferencias teóricas con participación de los estudiantes.  (1) Propuesta de ejercicios y problemas  (1) Discusión de ejercicios y problemas.		- Control de lectura en aula virtual <i>Fecha: por definir</i>
		<b>Semana 5</b>			
	3. Cinética de las reacciones enzimáticas	3.3. Efecto de inhibidores en la cinética enzimática	(1) Conferencias teóricas con	(2) Lectura de capítulos seleccionados de los libros de la bibliografía principal	- Control de lectura en aula virtual <i>Fecha: por definir</i>

	bajo el efecto de la concentración de sustrato y moduladores (inhibición y mecanismos multisustratos)		participación de los estudiantes.  <b>(1)</b> Propuesta de ejercicios y problemas  <b>(1)</b> Discusión de ejercicios y problemas.  <b>(1)</b> Laboratorio 1: elaboración de una curva de calibrado	y/o artículos proporcionados por el docente <b>(2)</b> Resolución de ejercicios y problemas propuestos  <b>(2)</b> Preparación para el laboratorio  <b>(2)</b> Elaboración de informe de laboratorio	-entrega en el aula virtual de un informe de laboratorio <i>Fecha: por definir</i>
		<b>Semana 6</b>			
		3.3. Efecto de inhibidores en la cinética enzimática	<b>(1)</b> Propuesta de ejercicios y problemas  <b>(1)</b> Discusión de ejercicios y problemas.	<b>(2)</b> Resolución de ejercicios y problemas propuestos	-Examen progreso 1 <i>Fecha: por definir</i>
		<b>Semana 7</b>			
	3. Cinética de las reacciones enzimáticas bajo el efecto de la concentración de sustrato y moduladores (inhibición y	3.3. Efecto de inhibidores en la cinética enzimática (inhibición competitiva, no competitiva, mixta y por sustrato, totales y parciales, modelos cinéticos).	<b>(1)</b> Conferencias teóricas con participación de los estudiantes.  <b>(1)</b> Propuesta de ejercicios y problemas  <b>(1)</b> Discusión de ejercicios y problemas.	<b>(2)</b> Lectura de capítulos seleccionados de los libros de la bibliografía principal y/o artículos proporcionados por el docente <b>(2)</b> Resolución de ejercicios y problemas propuestos	- Control de lectura en aula virtual <i>Fecha: por definir</i>



	mecanismos multisustratos)			(2) Preparación para el laboratorio	
		<b>Semana 8</b>			
		3.3. Efecto de inhibidores en la cinética enzimática (inhibición competitiva, no competitiva, acompetitiva, mixta y por sustrato, totales y parciales, modelos cinéticos).	(1) Propuesta de ejercicios y problemas  (1) Discusión de ejercicios y problemas.  (1) Laboratorio 2: Determinación de parámetros cinéticos (Km y Vmax).	(2) Resolución de ejercicios y problemas propuestos  (2) Preparación para el laboratorio  (2) Elaboración de informe de laboratorio	- Control de lectura en aula virtual <i>Fecha: por definir</i>  -Entrega en el aula virtual de un informe de laboratorio <i>Fecha: por definir</i>
		<b>Semana 9</b>			
	3. Cinética de las reacciones enzimáticas bajo el efecto de la concentración de sustrato y moduladores (inhibición y mecanismos multisustratos)	3.4. Reacciones multisustrato (mecanismo secuencial y oscilatorio, ordenando y aleatorio, modelos cinéticos)	(1) Conferencias teóricas con participación de los estudiantes.  (1) Propuesta de ejercicios y problemas  (1) Discusión de ejercicios y problemas.	(2) Lectura de capítulos seleccionados de los libros de la bibliografía principal y/o artículos proporcionados por el docente (2) Resolución de ejercicios y problemas propuestos (2) Trabajo autónomo de laboratorio en el proyecto semestral.	- Control de lectura en aula virtual <i>Fecha: por definir</i>
		<b>Semana 10</b>			

		3.4. Reacciones multisustrato (mecanismo secuencial y oscilatorio, ordenando y aleatorio, modelos cinéticos)	(1) Propuesta de ejercicios y problemas  (1) Discusión de ejercicios y problemas.	(2) Resolución de ejercicios y problemas propuestos  (2) Trabajo autónomo de laboratorio en el proyecto semestral.	- Control de lectura en aula virtual <i>Fecha: por definir</i>
		<b>Semana 11</b>			
	3. Cinética de las reacciones enzimáticas bajo el efecto de la concentración de sustrato y moduladores (inhibición y mecanismos multisustratos)	3.5. Determinación de parámetros cinéticos con mecanismo bisustrato.	(1) Conferencias teóricas con participación de los estudiantes.  (1) Propuesta de ejercicios y problemas  (1) Discusión de ejercicios y problemas.	(2) Lectura de capítulos seleccionados de los libros de la bibliografía principal y/o artículos proporcionados por el docente  (2) Resolución de ejercicios y problemas propuestos (2) Trabajo autónomo de laboratorio en el proyecto semestral.	- Control de lectura en aula virtual <i>Fecha: por definir</i>
		<b>Semana 12</b>			
		3.5. Determinación de parámetros cinéticos con mecanismo bisustrato.	(1) Examen progreso y retroalimentación	(2) Estudio independiente en vistas al examen progreso	-Examen progreso 2 <i>Fecha: por definir</i>  - Retroalimentación del progreso 2 <i>Fecha: por definir</i>
		<b>Semana 13</b>			

	4. Cinética de las reacciones enzimáticas bajo efectos ambientales y de inmovilización	4.1. Estabilidad enzimática 4.2. Efecto del pH y la temperatura	(1) Conferencias teóricas con participación de los estudiantes.  (1) Propuesta de ejercicios y problemas  (1) Discusión de ejercicios y problemas.	(2) Lectura de capítulos seleccionados de los libros de la bibliografía principal y/o artículos proporcionados por el docente  (2) Resolución de ejercicios y problemas propuestos (2) Trabajo autónomo de laboratorio en el proyecto semestral.	- Control de lectura en aula virtual <i>Fecha: por definir</i>
		<b>Semana 14</b>			
		4.3. Efectos de la inmovilización enzimática, restricciones difusionales y efectos de partición 4.4. Restricciones difusionales externas, número de Damkohler y factor de efectividad  4.5. Restricciones difusionales internas, módulo de Thiele y geometría de soportes.	(1) Conferencias teóricas con participación de los estudiantes.  (1) Propuesta de ejercicios y problemas  (1) Discusión de ejercicios y problemas.  (1) presentación oral	(2) Lectura de capítulos seleccionados de los libros de la bibliografía principal y/o artículos proporcionados por el docente  (2) Resolución de ejercicios y problemas propuestos (2) Trabajo autónomo de laboratorio en el proyecto semestral.	- Control de lectura en aula virtual <i>Fecha: por definir</i>  - Revisión de estado de proyecto en presentación oral <i>Fecha: por definir</i>

		<b>Semana 15</b>			
		<p>4.3. Efectos de la inmovilización enzimática, restricciones difusionales y efectos de partición</p> <p>4.4. Restricciones difusionales externas, número de Damkohler y factor de efectividad</p> <p>4.5. Restricciones difusionales internas, módulo de Thiele y geometría de soportes.</p>	<p><b>(1)</b> Propuesta de ejercicios y problemas</p> <p><b>(1)</b> Discusión de ejercicios y problemas.</p>	<p><b>(2)</b> Trabajo autónomo de laboratorio en el proyecto semestral.</p>	<p>- Artículo científico del proyecto (Rúbrica) <i>Fecha: por definir</i></p>
		<b>Semana 15</b>			
		<p>examen final de materia</p> <p><i>Fecha: por definir</i></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 o correo institucional. 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 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.** No existen trabajos extra para mejorar una calificación.
- 9.6.** No se aceptan trabajos escritos y tareas fuera del plazo acordado.
- 9.7.** 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.
- 9.8.** 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.
- 9.9.** 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.

- 9.10. Solicitar tutorías al correo [udlanet](mailto:udlanet) del docente con al menos una semana de anticipación exponiendo brevemente los temas que el estudiante o grupo desea analizar.
- 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 (disponibles en las bibliotecas UDLA)

Lehninger, A., Nelson, D. y Cox, M. (2008). *Lehninger principles of biochemistry*. New York, United States: W.H. Freeman.

Berg JM, Tymoczko JL, Stryer L. (2002). *Biochemistry*. 5th edition. New York: W H Freeman.

### 10.2. Referencias complementarias

Kulkarni, N. y Deshpande, M. (2007). *General Enzymology*. Mumbai, India: Himalaya Publishing House. Recuperado de: <http://www.ebrary.com>

Bisswanger, H. (2013). *Practical Enzymology*. Tubinga, Alemania: Wiley. Recuperado de: <http://www.ebrary.com>

Shukla, P. (2014). *Advances in Enzyme Biotechnology*. India: Springer. Recuperado de: <http://www.ebrary.com>

Tao, J. y Kazlauskas, R. (2011). *Biocatalysis for Green Chemistry and Chemical Process Development*. Hoboken, United States: John Wiley & Sons. Recuperado de: <http://www.ebrary.com>

Tripathi, G. (2009). *Enzyme Biotechnology*. Jaipur, India: Global Media. Recuperado de: <http://www.ebilib.com>

## 11. Contacto del docente

Nombre del docente: Mónica Vaca Proaño

Maestría en Ingeniería de la Energía por la Pontificia Universidad Católica de Chile, Ingeniera Química por la Escuela Politécnica Nacional-Ecuador. Experiencia en el campo de investigación y educación universitaria.

Contacto: [monica.vaca@udlanet.ec](mailto:monica.vaca@udlanet.ec)  
[monica.vaca@udla.edu.ec](mailto:monica.vaca@udla.edu.ec)