

Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Ingeniería en Biotecnología
IBT611 / Enzimología
Período 2016-1

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 créditos.

Profesor: MSc. Diana Maricela Flores Garcés

Correo electrónico del docente (Udlanet): dm.flores@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		X	

2. Descripción del curso

Las enzimas son macromoléculas biológicas que actualmente juegan un rol vital en la optimización de muchos procesos biotecnológicos; es 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. Identifica el efecto de los factores externos en reacciones enzimáticas.	- 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 ()
2. Explica mediante modelos matemáticos reacciones mediadas por enzimas.		
3. Aplica en el laboratorio herramientas y principios de la enzimología para el estudio de los sistemas y procesos biológicos.	- Aplica técnicas de laboratorio para análisis, diagnóstico e investigación.	
4. Desarrolla propuestas biotecnológicas que utilicen biocatalizadores.	<ul style="list-style-type: none"> - Investiga, innova, y desarrolla productos y procedimientos enfocados a la aplicación, con pensamiento crítico, a través del uso de herramientas multidisciplinarias biotecnológicas y sistemas tecnológicos globalizados. - Emprende negocios biotecnológicos utilizando bases de gestión administrativa, con fundamentos técnicos, legales y demostrando compromiso social y ambiental. 	

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: **4%.**
- Exposiciones orales: **8%.**
- Ejercicios propuestos: **2 %.**
- Escrito Avance 1: **6 %.**
- Examen 1: **15 %.**

Reporte de progreso 2 (35%):

- Resolución de ejercicios propuestos: **2 %**.
- Laboratorios: **5%**.
- Exposiciones orales: **8 %**.
- Escrito Avance 2: **5 %**.
- Examen 2: **15 %**.

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 Enzimología consta de:

6.1. Escenario de aprendizaje presencial.

- Presentaciones orales 14% (Progreso 1), 13% (Progreso 2) y 5% (Evaluación final). El estudiante presentará en el curso una breve disertación sobre investigaciones, temas relevantes relacionados con la materia y avances del proyecto semestral, abiertos a debate. Todas las actividades serán evaluadas de acuerdo a la rúbrica correspondiente.
- Laboratorios 5%. 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 15%. En cada progreso los alumnos resolverán una evaluación de carácter acumulativo que contienen un componente teórico y uno práctico-computacional.

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.

- Análisis de casos 2%. El estudiante deberá preparar una presentación oral de un artículo de investigación afin a la cátedra publicado en una revista científica de alto impacto (Nature, Science, etc). La actividad será evaluada de acuerdo a la rúbrica respectiva.
- Lecturas complementarias 4% (Progreso 1), 3% (Progreso 2) y 2% (Evaluación final). Con el objetivo de afianzar los conocimientos impartidos en el aula, el estudiante presentará un resumen de los textos propuestos.
- Elaboración de informes de laboratorio 5%. Una vez finalizada la práctica de laboratorio, se presentará un informe de laboratorio en grupos.
- Ejercicios propuestos 2%. Simulaciones de modelos a ser resueltos en talleres grupales o individuales utilizando herramientas computacionales.
- Proyecto semestral 12% (Progreso 1), 10% (Progreso 2) y 13% (Evaluación final). Actividad realizada de modo paralelo al módulo y cuyo producto final es una exposición de resultados plasmados en un póster 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
<p>1. Explica mediante modelos matemáticos reacciones mediadas por enzimas.</p> <p>2. Identifica el efecto de los factores externos en reacciones enzimáticas.</p>	<p>1. Principios de enzimología</p> <p>2. Enzimas en procesos industriales</p>	<p>1.1. Catálisis y biocatálisis, enzimas parte de la química verde</p> <p>1.2. Estructura, clasificación y funcionalidad</p> <p>2.1. Aplicaciones de las enzimas y procesos enzimáticos</p> <p>2.2. Producción y purificación de enzimas a nivel industrial</p>
	<p>3. Cinética de las reacciones enzimáticas bajo el efecto de la concentración de sustrato y moduladores (inhibición y mecanismos multisustratos).</p>	<p>3.1. Concepto y definición de la actividad enzimática</p> <p>3.2. Cinética simple, modelos de Michaelis y Menten y de Briggs y Haldane.</p> <p>3.3. Efecto de inhibidores en la cinética enzimática (inhibición competitiva, no competitiva, acompetitiva, mixta y por sustrato, totales y parciales, modelos cinéticos).</p> <p>3.4. Reacciones multisustrato (mecanismo secuencial y oscilatorio, ordenando y aleatorio, modelos cinéticos)</p> <p>3.5. Determinación de parámetros cinéticos con mecanismo bisustrato</p>
	<p>4. Cinética de las reacciones enzimáticas bajo efectos ambientales y de inmovilización</p>	<p>4.1. Estabilidad enzimática</p> <p>4.2. Efecto del pH y la temperatura</p> <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>3. Aplica en el laboratorio herramientas y principios de la química para el estudio de los sistemas y procesos biológicos</p> <p>4. 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

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

Semanas 1 - 2 (14/09/2015 - 25/09/2015)					
# RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ metodología/clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
1, 4	1. Principios de enzimología	1.1. Catálisis y biocatálisis, enzimas parte de la química verde 1.2. Estructura, clasificación y funcionalidad	(1) Presentaciones magistrales. (1) Exposición de artículo científico.	(2, 3) Lectura "Enzyme Biology" (Kulkarni y Deshpande, 2007) (2, 3) Preparación de exposición oral del artículo científico.	1. Informe de Lectura "Enzyme Biology" 2. Exposición oral de artículo científico (rúbrica) Fecha de entrega: 25/09/2015

Semanas 3 - 4 (28/09/2015 - 09/10/2015)					
# RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ metodología/clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
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) Presentaciones magistrales. (1) Discusión de lectura "Enzyme Isolation and Purification". (1) Exposición oral propuestas de proyectos de enzimología.	(2, 3) Lectura "Enzyme Isolation and Purification" (Kulkarni y Deshpande, 2007) (2, 3) Preparación de la propuesta del proyecto semestral (Avance 1). (2, 3) Resolución de ejercicios propuestos 1.	1. Informe de lectura: "Enzyme Isolation and Purification" Fecha de entrega: 02/10/2015 2. Primera exposición oral de avance de proyecto final y escrito de propuesta del proyecto semestral (Avance 1; rúbrica). Fecha de entrega: 09/10/2015
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) Presentaciones magistrales. (1) Planteamiento y resolución de ejercicios		

Semanas 5 – 6 (12/10/2015 – 23/10/2015)					
# RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ metodología/clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
1, 2, 3	3. Cinética de las reacciones enzimáticas bajo el efecto de la concentración de sustrato y moduladores (inhibición y mecanismos multisustratos)	3.3. Efecto de inhibidores en la cinética enzimática	(1) Presentaciones magistrales. (1) Planteamiento y resolución de ejercicios (1) Laboratorio 1: elaboración de una curva de calibrado	(2, 3) Resolución de ejercicios propuestos 1. (2, 3) Trabajo autónomo de laboratorio en el proyecto semestral. (2, 3) Elaboración de informe de laboratorio 1.	1. Trabajo escrito de resolución de ejercicios propuestos. 2. Prueba escrita con parte teórica y práctica - Examen 1 Fecha de entrega: 23/10/2015

Semanas 7 – 8 (26/10/2015 – 06/11/2015)					
# RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ metodología/clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
1, 2, 3, 4	3. Cinética de las reacciones enzimáticas bajo el efecto de la concentración de sustrato y moduladores (inhibición y mecanismos multisustratos).	3.3. Efecto de inhibidores en la cinética enzimática (inhibición competitiva, no competitiva, acompetitiva, mixta y por sustrato, totales y parciales, modelos cinéticos).	(1) Laboratorio 2: Determinación de parámetros cinéticos (Km y Vmax). (1) Taller basado en lectura complementaria. (1) Desarrollo del proyecto semestral (tutorías por grupos).	(2, 3) Lectura complementaria “Reversible Enzyme Inhibition” (material proporcionado por docente) (2, 3) Preparación del taller. (2, 3) Elaboración de informe de laboratorio 2. (2, 3) Trabajo autónomo de laboratorio en el proyecto semestral.	1. Informe práctica de laboratorio 1 (Rúbrica) Fecha de entrega: 30/10/2015 2. Presentación del taller (rúbrica) Fecha de entrega: 06/11/2015

Semanas 9 - 10 (09/11/2015 - 20/11/2015)					
# RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ metodología/clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
1, 2, 3, 4	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) Presentaciones magistrales. (1) Planteamiento y resolución de ejercicios. (1) Presentación de resultados parciales del proyecto semestral (Avance 2).	(2, 3) Elaboración avance 2 del proyecto semestral. (2, 3) Resolución de ejercicios propuestos 2. (2, 3) Trabajo autónomo de laboratorio en el proyecto semestral.	1. Segunda exposición oral y escrito del proyecto semestral (Avance 2; Rúbrica) Fecha de entrega: 13/11/2015 2. Informe práctica de laboratorio 2 (Rúbrica) Fecha de entrega: 20/11/2015

Semanas 11 - 12 (23/11/2015 - 04/12/2015)					
# RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ metodología/clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
1, 2, 3, 4	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) Presentaciones magistrales. (1) Planteamiento y resolución de ejercicios	(2, 3) Resolución de ejercicios propuestos 2. (2, 3) Trabajo autónomo de laboratorio en el proyecto semestral.	1. Trabajo escrito de resolución de ejercicios propuestos 2 Fecha de entrega: 27/11/2015 2. Prueba escrita con parte teórica y práctica - Examen 2 Fecha de entrega: 04/12/2015

Semanas 13 - 16 (07/12/2015 - 15/01/2016)					
# RdA	Tema	Sub tema	Actividad/ metodología/clase	Tarea/ trabajo autónomo	MdE/Producto/ fecha de entrega
1, 2, 3, 4	4. Cinética de las reacciones enzimáticas bajo efectos ambientales y de inmovilización	<p>4.1. Estabilidad enzimática</p> <p>4.2. Efecto del pH y la temperatura</p> <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>(1) Exposiciones magistrales.</p> <p>(1) Planteamiento y resolución de ejercicios.</p> <p>(1) Desarrollo del proyecto final y tutorías por grupo.</p> <p>(1) Exposición oral de resultados del proyecto.</p> <p>(1) Presentación de un poster del proyecto.</p>	<p>(2, 3) Lectura "Heterogeneous Enzyme Kinetics" (Illanes, A., 2008)</p> <p>(2, 3) Trabajo autónomo de laboratorio en el proyecto semestral.</p> <p>(2, 3) Elaboración del póster y exposición.</p> <p>(2, 3) Elaboración del artículo científico del proyecto.</p>	<p>1. Poster científico y exposición (Rúbrica)</p> <p>2. Informe escrito de lectura "Heterogeneous Enzyme Kinetics" Fecha de entrega: 08/01/2015</p> <p>3. Artículo científico del proyecto (Rúbrica) Fecha de entrega: 15/01/2016</p> <p>4 Prueba escrita con parte teórica y práctica - Examen 3 Fecha de entrega: 29/01/2016</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.

Battaner, E. (2013). *Compendio de enzimología*. Salamanca: España: Ediciones Universidad de Salamanca. Recuperado de: <http://www.ebrary.com>

Illanes, A. (2008). *Enzyme Biocatalysis: Principles and Applications*. Berlin, Alemania: Springer. Recuperado de: https://books.google.com.ec/books?id=TNgzgmfZGFgC&printsec=frontcover&dq=Enzyme+biocatalysis&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Enzyme%20biocatalysis&f=false

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>

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

Tripathi, R. C. (2006). *Biotechnological Processing Steps for Enzyme Manufacturing*. Delhi, India: Global Media. Recuperado de: <http://www.ebilib.com>

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

Teléfono: +593 2 3970000 ext. 615

Horario de atención a estudiantes: por determinar

Formato estándar sílabo versión #4
(junio 2015)