

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

<b>Nombre de la asignatura:</b>	<b>Enzimología Básica</b>
<b>Carrera:</b>	<b>Ingeniería Bioquímica</b>
<b>Clave de la asignatura:</b>	<b>BIF-1301</b>
<b>SATCA<sup>1</sup> :</b>	<b>3-2-8</b>

## 2. PRESENTACIÓN

### Caracterización de la asignatura

Las enzimas se han distinguido por su habilidad para biocatalizar en forma altamente específica velocidad y eficiencia diversas reacciones químicas. Sin ayuda muchas de las reacciones en el metabolismo de los seres vivos serían imposibles. Dichos atributos son ya una marca de clase, que les ha valido para ser utilizadas ampliamente en infinidad de procesos analíticos e industriales, por ejemplo múltiples procesos de fermentación y bionversiones de importancia tecnológica, industrial y económica son por procesos multienzimáticos. Esta asignatura tiene como meta principal que el estudiante conozca la importancia real de las enzimas y su amplio radio de acción, en los procesos biotecnológicos, así como el extraordinario potencial que aún queda por desarrollar. Se contempla explorar la biocatálisis enzimática como la principal base de numerosos bioprocesos. El manejo de conceptos, modelos y casos estudio serán clave del avance y análisis de esta área de gran relevancia para el sector industrial. La tecnología enzimática y bioconversiones son procesos claves para los sectores farmacéutico, alimentos, energía, salud y medio ambiental, apoyados en áreas como la microbiología industrial, ingeniería enzimática, ingeniería de solventes, ingeniería de proteínas y diseño de reactores, serán relevantes para emplear la biocatálisis como base en los procesos de innovación tecnológica y desarrollo económico de la bioindustria.

### Intención didáctica

Se organiza el temario en siete unidades, Se establecerán en primer término, las propiedades e importancia de las enzimas el cual abarcara los principios básicos sobre las generalidades de la enzima, nomenclatura de las enzimas, estructura, etc donde el alumno será capaz de visualizar la relación existente entre el comportamiento de estos catalizadores y la estructura proteica de los mismos.

Al término de la unidad 2: Conceptos fundamentales para el estudio de cinética enzimática, el alumno será capaz de comprender de donde parte la deducción de las fórmulas que representan el comportamiento de las enzimas.

Al término de la unidad 3: Cinética enzimática para sistemas que involucran una enzima y un sustrato ambos solubles en agua, el alumno será capaz de visualizar el proceso matemático que se sigue para modelar los procesos que son catalizados por las enzimas.

Al término de la unidad 4: Métodos usados para graficar datos de cinética enzimática, el

alumno será capaz de reconocer los procedimientos matemáticos que se realizan para determinar con mayor precisión los valores de  $V_o$ ,  $V_{max}$  y  $K_m$ .

Al término de la unidad 5: Parámetros que afectan la actividad de las enzimas, el alumno será capaz de comprender el efecto que tienen sobre la estructura química de las enzimas y en consecuencia sobre su actividad, las condiciones de su uso de las mismas.

Al término de la unidad 6: Inhibición de la actividad enzimática, el alumno será capaz de conocer los procedimientos a los que se puede recurrir para determinar que compuesto puede inhibir la actividad de una enzima así como determinar el tipo de inhibición que se está presentando.

Al término de la unidad 7: Inmovilización de las enzimas, el alumno será capaz de conocer los procedimientos a los que puede recurrir para reusar las enzimas.

### 3. COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias Específicas	Competencias Genéricas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender el significado y alcance de la Biotecnología, así como su origen y los descubrimientos que sustentan hoy en día a la Biotecnología Moderna.</li> <li>Comprender los primeros logros de la Biotecnología que dieron inicio al surgimiento de ésta.</li> <li>Describir los principios de la Biotecnología Enzimática de los cuales se toman para ser usados en generar bienes y servicios.</li> <li>Conocer las enzimas comúnmente utilizadas en las industrias biotecnológicas, los factores que afectan su velocidad de reacción y los métodos los que se utilizan para la mejora de su productividad.</li> <li>Adquirir y comprender los fundamentos teóricos de que es una enzima, así como definir a ésta desde el punto de vista bioquímico e industrial.</li> <li>Conocer y diferenciar los objetivos de distintos tipos de</li> </ul>	<b><u>Competencias Instrumentales</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de organizar y planificar</li> <li>Conocimientos generales de Bioquímica y Cinética Química y Biológica.</li> <li>Habilidades de manejo de la computadora y software.</li> <li>Solución de problemas.</li> </ul>
	<b><u>Competencias interpersonales</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajo en equipo.</li> <li>Habilidad para el trabajo en laboratorio.</li> <li>Compromiso ético.</li> </ul>
	<b><u>Competencias sistemáticas</u></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>Habilidades de investigación.</li> <li>Capacidad para diseñar y gestionar proyectos.</li> <li>Capacidad para aprender.</li> <li>Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.</li> <li>Preocupación por el medio ambiente.</li> <li>Preocupación por la calidad.</li> </ul>

industrias biotecnológicas, la dinámica de los procesos de producción y los métodos que se utilizan para la obtención y purificación del producto de interés.

- Analizar y explicar con ejemplos, el uso de las enzimas en la industria alimentaria; farmacéutica así como también para la remediación de ambientes contaminados y para desarrollar procesos con sistemas biológicos amigables con el ambiente.

#### **4. OBJETIVO GENERAL DEL CURSO**

Al finalizar el curso de Enzimología Básica, el alumno adquirirá los conocimientos básicos de la cinética enzimática con el fin de que pueda realizar la caracterización cinética de enzimas obtenidas de diferentes fuentes.

#### **5. COMPETENCIAS PREVIAS**

- Por ser materia de especialidad no contiene prerrequisitos ni correquisitos.

## 6. TEMARIO

UNIDAD	NOMBRE	TEMAS Y SUBTEMAS
I	Propiedades e importancia de las enzimas	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.1. Definición y estructura de las enzimas. <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1.1. Características generales de las enzimas</li> <li>1.1.2. Nomenclatura y clasificación de las enzimas</li> <li>1.1.3. Isoenzimas</li> </ul> </li> <li>1.2. Estructura de las enzimas. <ul style="list-style-type: none"> <li>1.2.1. Estructura primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria</li> </ul> </li> <li>1.3. Relación de la estructura con la función y actividad de las enzimas. <ul style="list-style-type: none"> <li>1.3.1. Propiedades de los sistemas multienzimáticos: Complejo piruvato-deshidrogenasa</li> </ul> </li> <li>1.4. Sitio activo <ul style="list-style-type: none"> <li>1.4.1. Sitio activo</li> </ul> </li> <li>1.5. Especificidad <ul style="list-style-type: none"> <li>1.5.1. Especificidad</li> </ul> </li> <li>1.6. Cofactores <ul style="list-style-type: none"> <li>1.6.1. Cofactores</li> </ul> </li> <li>1.7. Grupos prostéticos <ul style="list-style-type: none"> <li>1.7.1. Grupos prostéticos</li> </ul> </li> <li>1.8. Desnaturalización <ul style="list-style-type: none"> <li>1.8.1. Desnaturalización</li> </ul> </li> <li>1.9. Cambios de entalpía, entropía y energía libre <ul style="list-style-type: none"> <li>1.9.1. Cambios de entalpía, entropía y energía libre</li> </ul> </li> <li>1.10. Energía de activación <ul style="list-style-type: none"> <li>1.10.1. Energía de activación</li> </ul> </li> <li>1.11. Diagramas de energía y catálisis <ul style="list-style-type: none"> <li>1.11.1. Diagramas de energía y catálisis</li> </ul> </li> </ul>
2	Conceptos fundamentales para el estudio de cinética enzimática	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.1. Mecanismos y estequiometría de una reacción <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1.1. Mecanismos y estequiometría de una reacción</li> </ul> </li> <li>2.2. Ley de la acción de masas y constantes cinéticas <ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.1. Ley de la acción de masas y constantes cinéticas</li> </ul> </li> <li>2.3. Relación de las constantes de equilibrio con la estequiometría y las constantes cinéticas de una reacción <ul style="list-style-type: none"> <li>2.3.1. Relación de las constantes de equilibrio con la estequiometría y las constantes cinéticas de una reacción</li> </ul> </li> <li>2.4. Relación entre la constante de equilibrio y la energía libre <ul style="list-style-type: none"> <li>2.4.1. Relación entre la constante de equilibrio y la energía libre</li> </ul> </li> <li>2.5. Velocidad de las reacciones enzimáticas <ul style="list-style-type: none"> <li>2.5.1. Cinética química: reacciones elementales y velocidades de las reacciones de primer orden, segundo, tercero y orden cero</li> </ul> </li> <li>2.6. Balance de componentes estacionarios y transitorios <ul style="list-style-type: none"> <li>2.6.1. La aproximación del estado estacionario</li> <li>2.6.2. Teoría del estado transitorio</li> </ul> </li> </ul>

3	Cinética enzimática para sistemas que involucran una enzima y un sustrato ambos solubles en agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.1. Ecuaciones que representan una reacción enzimática               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1.1. Ecuaciones que representan una reacción enzimática</li> </ul> </li> <li>3.2. Curva de progreso de una reacción enzimática               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1. Curva de progreso de una reacción enzimática</li> </ul> </li> <li>3.3. Velocidad inicial               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.3.1. Velocidad inicial</li> </ul> </li> <li>3.4. Mecanismos de interacción enzima-sustrato y enzima-producto               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.4.1. Mecanismos de interacción enzima-sustrato y enzima-producto</li> </ul> </li> <li>3.5. Saturación por sustrato: cambio de primer orden a orden cero               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.5.1. Saturación por sustrato: cambio de primer orden a orden cero</li> </ul> </li> <li>3.6. Hipótesis de estado casi estacionario               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.6.1. Hipótesis de estado casi estacionario</li> </ul> </li> <li>3.7. Balance de sustrato, enzima y complejo ES               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.7.1. Balance de sustrato, enzima y complejo ES</li> </ul> </li> <li>3.8. Ecuaciones de Henry-Michaelis-Menten               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.8.1. Ecuaciones de Henry-Michaelis-Menten</li> </ul> </li> <li>3.9. Significado de velocidad máxima (<math>V_{max}</math>) y constante de afinidad (<math>K_m</math>)               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.9.1. Significado de velocidad máxima (<math>V_{max}</math>) y constante de afinidad (<math>K_m</math>)</li> </ul> </li> </ul>
---	--	--

UNIDAD	NOMBRE	TEMAS Y SUBTEMAS
4	Métodos usados para graficar datos de cinética enzimática	4.1. Ecuación de regresión de Lineweaver-Burk 4.1.1. Ecuación de regresión de Lineweaver-Burk 4.2. Ecuación de regresión de Hanes-Wolf 4.2.1. Ecuación de regresión de Hanes-Wolf 4.3. Ecuación de regresión de Wolf-Augustinsson-Hoffstee 4.3.1. Ecuación de regresión de Wolf-Augustinsson-Hoffstee 4.4. Ecuación de Eadie-Scatchard 4.4.1. Ecuación de Eadie-Scatchard
5	Parámetros que afectan la actividad de las enzimas	5.1. Efecto de pH 5.1.1. Efecto de pH 5.2. Efecto de la temperatura sobre la actividad enzimática 5.2.1. Efecto de la temperatura sobre la actividad enzimática 5.3. Efecto de la temperatura sobre la estabilidad de las enzimas 5.3.1. Efecto de la temperatura sobre la estabilidad de las enzimas 5.4. Ecuación de Arrhenius 5.4.1. Ecuación de Arrhenius 5.5. Efecto de la fuerza iónica: Salting in y salting out 5.5.1. Efecto de la fuerza iónica: Salting in y salting out 5.6. Efecto de la constante dieléctrica 5.6.1. Efecto de la constante dieléctrica
6	Inhibición de la actividad enzimática	6.1. Definición del término inhibición 6.1.1. Definición del término inhibición 6.2. Significado fisiológico y fisicoquímico de la inhibición 6.2.1. Significado fisiológico y fisicoquímico de la inhibición 6.3. Modelos de inhibición por sustrato y por producto 6.3.1. Modelos de inhibición por sustrato y por producto 6.4. Modelo y gráfica de Hill 6.4.1. Modelo y gráfica de Hill 6.5. Interpretación del número de Hill y de la constante de inhibición 6.5.1. Interpretación del número de Hill y de la constante de inhibición 6.6. Tipos de inhibición de la actividad enzimática 6.6.1. Tipos de inhibición de la actividad enzimática 6.7. Inhibición competitiva 6.7.1. Inhibición competitiva 6.8. Inhibición no competitiva 6.8.1. Inhibición no competitiva 6.9. Inhibición acompetitiva 6.9.1. Inhibición acompetitiva 6.10. Inhibición irreversible 6.10.1. Inhibición irreversible 6.11. Inhibición mixta 6.11.1. Inhibición mixta
7	Inmovilización de las enzimas	7.1. Concepto de inmovilización 7.1.1. Concepto de inmovilización

		<p>7.2. Ventajas de las enzimas inmovilizadas</p> <p>7.2.1. Ventajas de las enzimas inmovilizadas</p> <p>7.3. Métodos de inmovilización</p> <p>7.3.3. Métodos de inmovilización</p> <p>7.4. Adsorción</p> <p>7.4.1. Adsorción</p> <p>7.5. Atrapamiento</p> <p>7.5.1. Atrapamiento</p> <p>7.6. Microencapsulación</p> <p>7.6.1. Microencapsulación</p> <p>7.7. Entrecruzamiento</p> <p>7.7.1. Entrecruzamiento</p> <p>7.8. Adsorción y entrecruzamiento</p> <p>7.8.1. Adsorción y entrecruzamiento</p> <p>7.9. Copolimerización</p> <p>7.9.1. Copolimerización</p> <p>7.10. Enlace covalente</p> <p>7.10.1. Enlace covalente</p> <p>7.11. Métodos para evaluar la efectividad de los sistemas de inmovilización</p> <p>7.11.1. Métodos para evaluar la efectividad de los sistemas de inmovilización</p>
--	--	---

## 7. SUGERENCIAS DIDACTICAS

- Investigar en revistas científicas conocimiento de punta en cuanto a la Biotecnología Enzimática.
- Prácticas de laboratorio.
- Establecer talleres y foros de discusión de clases.
- Exposición de temas específicos en clase.
- Visitas a centros de investigación.

## 9. SUGERENCIAS DE EVALUACION

- Examen oral y/o escrito de conocimientos
- Reportes y exposiciones de investigaciones de artículos científicos.
- Ensayo de artículos o visitas a centros de investigación.
- Elaboración de proyectos de investigación de las técnicas abordadas.
- Solución de casos prácticos.

## 10. UNIDADES DE APRENDIZAJE

### UNIDAD 1: Propiedades e importancia de las enzimas

COMPETENCIA ESPECIFICA A DESARROLLAR	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualizar la relación existente entre el comportamiento de estos catalizadores y la estructura proteica de los mismos.</li> <li>• Entender el significado y alcance de la Biotecnología, así como su origen y los descubrimientos que sustentan hoy en día a la Biotecnología Moderna.</li> <li>• Comprender los primeros logros de la Biotecnología que dieron inicio al surgimiento de ésta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inducción a la investigación documental actualizada, de campo o experimental</li> <li>• Búsqueda de material disponible en Internet sobre el contenido del curso y que tenga respaldo científico.</li> <li>• Exponer y discutir en clase artículos científicos e información de otros tipos fuentes</li> <li>• Realizar investigaciones documentadas en equipos.</li> <li>• Desarrollar prácticas de laboratorio</li> <li>• Asistir a visitas a sectores del campo profesional en grupo.</li> </ul>

### UNIDAD 2: Conceptos fundamentales para el estudio de cinética enzimática

COMPETENCIA ESPECIFICA A DESARROLLAR	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender de donde parte la deducción de las fórmulas que representan el comportamiento de las enzimas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inducción a la investigación documental actualizada, de campo o experimental</li> <li>• Búsqueda de material disponible en Internet sobre el contenido del curso y que tenga respaldo científico.</li> <li>• Exponer y discutir en clase artículos científicos e información de otros tipos fuentes</li> <li>• Realizar investigaciones documentadas en equipos.</li> <li>• Desarrollar prácticas de laboratorio</li> <li>• Asistir a visitas a sectores del campo profesional en grupo.</li> <li>• Participación en seminarios.</li> </ul>



### UNIDAD 3: Cinética enzimática para sistemas que involucran una enzima y un sustrato ambos solubles en agua

COMPETENCIA ESPECIFICA A DESARROLLAR	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
<ul style="list-style-type: none"> <li>Visualizar el proceso matemático que se sigue para modelar los procesos que son catalizados por las enzimas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inducción a la investigación documental actualizada, de campo o experimental</li> <li>Búsqueda de material disponible en Internet sobre el contenido del curso y que tenga respaldo científico.</li> <li>Exponer y discutir en clase artículos científicos e información de otros tipos fuentes</li> <li>Realizar investigaciones documentadas en equipos.</li> <li>Desarrollar prácticas de laboratorio</li> <li>Asistir a visitas a sectores del campo profesional en grupo.</li> <li>Participación en seminarios.</li> </ul>

### UNIDAD 4: Métodos usados para graficar datos de cinética enzimática

COMPETENCIA ESPECIFICA A DESARROLLAR	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconocer los procedimientos matemáticos que se realizan para determinar con mayor precisión los valores de <math>V_o</math>, <math>V_{max}</math> y <math>K_m</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inducción a la investigación documental actualizada, de campo o experimental</li> <li>Búsqueda de material disponible en Internet sobre el contenido del curso y que tenga respaldo científico.</li> <li>Exponer y discutir en clase artículos científicos e información de otros tipos fuentes</li> <li>Realizar investigaciones documentadas en equipos.</li> <li>Desarrollar prácticas de laboratorio</li> <li>Asistir a visitas a sectores del campo profesional en grupo.</li> <li>Participación en seminarios.</li> </ul>

## UNIDAD 5: Parámetros que afectan la actividad de las enzimas

COMPETENCIA ESPECIFICA A DESARROLLAR	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender el efecto que tienen sobre la estructura química de las enzimas y en consecuencia sobre su actividad, las condiciones de su uso de las mismas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inducción a la investigación documental actualizada, de campo o experimental</li> <li>Búsqueda de material disponible en Internet sobre el contenido del curso y que tenga respaldo científico.</li> <li>Exponer y discutir en clase artículos científicos e información de otros tipos fuentes</li> <li>Realizar investigaciones documentadas en equipos.</li> <li>Desarrollar prácticas de laboratorio</li> <li>Asistir a visitas a sectores del campo profesional en grupo.</li> <li>Participación en seminarios.</li> </ul>

## UNIDAD 6: Inhibición de la actividad enzimática

COMPETENCIA ESPECIFICA A DESARROLLAR	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer los procedimientos a los que se puede recurrir para determinar que compuesto puede inhibir la actividad de una enzima así como determinar el tipo de inhibición que se está presentando.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inducción a la investigación documental actualizada, de campo o experimental</li> <li>Búsqueda de material disponible en Internet sobre el contenido del curso y que tenga respaldo científico.</li> <li>Exponer y discutir en clase artículos científicos e información de otros tipos fuentes</li> <li>Realizar investigaciones documentadas en equipos.</li> <li>Desarrollar prácticas de laboratorio</li> <li>Asistir a visitas a sectores del campo profesional en grupo.</li> <li>Participación en seminarios.</li> </ul>

## UNIDAD 7: Inmovilización de las enzimas

COMPETENCIA ESPECIFICA A DESARROLLAR	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer los procedimientos a los que puede recurrir para reusar las enzimas. Inhibición de la actividad enzimática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inducción a la investigación documental actualizada, de campo o experimental</li> <li>Búsqueda de material disponible en Internet sobre el contenido del curso y que tenga respaldo científico.</li> <li>Exponer y discutir en clase artículos científicos e información de otros tipos fuentes</li> <li>Realizar investigaciones documentadas en equipos.</li> <li>Desarrollar prácticas de laboratorio</li> <li>Asistir a visitas a sectores del campo profesional en grupo.</li> <li>Participación en seminarios.</li> </ul>

## 10. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Enzimas: campos de aplicación. Ed. Novo Nordisk A/S, Bagsvaerd, Dinamarca. Septiembre de 1995.
- Principles of enzymology for the food sciences. By John R. Whitaker. Ed. Marcel Dekker, Inc. 1994.
- Industrial enzymology; The application of enzymes in industry. By Godfrey, T. And Reichtel, J. Ed. The Nature Press. 1983.
- Prado Barragán Lilia Arely, Huerta Ochoa Sergio, Rodríguez Serrano Gabriela, Saucedo Castañeda Gerardo. Avances en Purificación y Aplicación de Enzimas en Biotecnología. Editorial Universidad Autonoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, México 1999.
- Ornelas Hernández Luz del Carmen, García Aguirre Yolanda Patricia. Lecciones de Bioquímica. Subsecretaría de Educación e Investigaciones Tecnológicas, México 2000.
- Colección de artículos científicos sobre los diversos temas del curso.

## 11. PRÁCTICAS PROPUESTAS

No se proponen prácticas.