



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS**

**DES DE CIENCIAS NATURALES**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN  
BIOTECNOLOGÍA**

**PLAN DE ESTUDIOS DE LA  
MAESTRÍA EN BIOTECNOLOGIA**

**Maestro en Biotecnología  
Orientación a la investigación**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA**

Av. Universidad No. 1001 Col Chamilpa C. P. 62209 Tels: 3 29 70 57 Fax: 3 29 70 30

Universidad Autónoma del Estado de Morelos



## Fechas aprobación por órganos colegiados

### **Creación**

**Por el H. Consejo Universitario**

14 de Mayo del 1992

### **Reestructuración 2013**

**Por el H. Consejo Técnico**

30 de Noviembre 2012

**Por la Comisión Académica**

5 de Diciembre 2012

**Por el H. Consejo Universitario**

14 de Diciembre 2012

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA**

Av. Universidad No. 1001 Col Chamilpa C. P. 62209 Tels: 3 29 70 57 Fax: 3 29 70 30

Universidad Autónoma del Estado de Morelos



## Directorio

**Dr. Jesús Alejandro Vera Jiménez**  
Rector

**Dr. José Antonio Gómez Espinoza**  
Secretario General

**Dra. Patricia Castillo España**  
Secretaria Académica

**Dr. Gustavo Urquiza Beltrán**  
Secretaría de Investigación

**Dr. Rubén Castro Franco**  
Dirección de Posgrado

**Dr. Víctor Manuel Hernández Velázquez**  
Director del Centro de Investigación en Biotecnología

**Dra. María del Carmen Gutiérrez Villafuerte**  
Coordinadora del Programa de Maestría en Biotecnología

### Integrantes de la Comisión de Reestructuración

**Dra. María del Carmen Gutiérrez Villafuerte**

**Dr. Víctor Manuel Hernández Velázquez**

**Dra. Irene de la Concepción Perea Arango**

**Dra. María Laura Ortiz Hernández**

**Dra. Elba Cristina Villegas Villarreal**

### Asesoría Técnica

**Dra. Ma. Guadalupe Medina Márquez**

**Lic. Ernestina Guadalupe Benítez Puente**

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA

Av. Universidad No. 1001 Col Chamilpa C. P. 62209 Tels: 3 29 70 57 Fax: 3 29 70 30

Universidad Autónoma del Estado de Morelos



## ÍNDICEPLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN BIOTECNOLOGÍA

1. PRESENTACIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. FUNDAMENTACIÓN	6
3.1 Vinculación de la propuesta con las políticas educativas y el Plan Institucional de Desarrollo (PIDE) 2012-2018.	6
3.2 Descripción breve de aspectos socioeconómicos en el área de la Biotecnología.	9
3.3 Origen y desarrollo histórico de la disciplina.	12
3.4 Estudios sobre el campo profesional y mercado de trabajo.	13
3.4.1 Sector salud.	14
3.4.2 Sector agropecuario.	15
3.4.3 Sector alimentario.	15
3.4.4 Sector energético.	16
3.4.5 Productos químicos.	16
3.4.6 Área ambiental.	16
3.4.7 Biotecnología industrial.	16
3.5 Datos de oferta y demanda educativas.	17
3.6 Análisis comparativo con otros planes de estudio.	18
3.7 Evaluación interna del programa de posgrado.	20
3.7.1 Seguimiento de egresados.	20
3.7.2 Debilidades del Programa Educativo.	21
3.7.3 Fortalezas del Programa Educativo.	22
3.8 Evaluaciones externas.	22
4. OBJETIVO CURRICULAR	23
4.1 Objetivos particulares.	23
4.2 Metas.	23
5. PERFIL DEL ALUMNO	24
5.1 Perfil de Ingreso.	24
5.2 Perfil de egreso.	24
6. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS	25
6.1 Orientación de la Maestría en Biotecnología.	25
6.2 Líneas de investigación.	25
6.3 Flexibilidad Curricular.	26
6.4 Definiciones de unidades de aprendizaje y seminarios.	27
6.5 Definición de la estructura general del plan de estudios.	28
6.5.1 Revalidación de estudios.	32
6.6 Vinculación	32
7. MAPA CURRICULAR	32
8. SISTEMAS DE ENSEÑANZA	34
9. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE	35
10. MECANISMOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO	36
10.1 Requisitos de ingreso.	36
10.2 Requisitos de egreso.	37
10.3 Permanencia.	37
10.4 Causas de baja.	38
11. TRANSICIÓN CURRICULAR	38
12. OPERATIVIDAD Y VIABILIDAD DEL PLAN DE ESTUDIOS	39
12.1 Estructura de la organización operativa.	39
12.2 Infraestructura académica (recursos humanos e infraestructura física).	41

### CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA

Av. Universidad No. 1001 Col Chamilpa C. P. 62209 Tels: 3 29 70 57 Fax: 3 29 70 30

Universidad Autónoma del Estado de Morelos

12.2.1 Perfil del profesorado.	41
12.2.2 Cuerpos académicos participantes en la Maestría en Biotecnología.	42
12.3 Profesores externos.	43
12.4 Infraestructura.	43
12.5 Recursos físicos.	44
12.6 Procesos administrativos.	44
12.6.1 De la selección de las unidades de aprendizaje por el estudiante.	44
12.6.2 Procedimiento para la integración de Comités Tutorales y Exámenes Tutorales.	45
12.6.3 Procedimiento para la resolución de apelaciones	47
12.7 Fuentes de financiamiento para su operación	47
13. SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR	47
UNIDADES DE APRENDIZAJE	
a. Bioestadística	48
b. Bioingeniería	62
c. Biología Molecular	74
d. Bioquímica	85
e. Biotecnología Vegetal	107
f. Microbiología	120

## CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA

Av. Universidad No. 1001 Col Chamilpa C. P. 62209 Tels: 3 29 70 57 Fax: 3 29 70 30

Universidad Autónoma del Estado de Morelos

## **INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Comparación entre las actividades académicas y número de créditos entre la Maestría en Biotecnología de la UAEM, UNAM y UAM	19
Cuadro 2. Comportamiento de ingresos, bajas y graduados de los estudiantes de la Maestría en Biotecnología	21
Cuadro 3. Distribución de actividades académicas y créditos en la Maestría en Biotecnología.	29
Cuadro 4. Asignación de créditos del Programa Educativo Maestría en Biotecnología.	29
Cuadro 5. Requerimientos básicos para la presentación de los exámenes tutorales.	30
Cuadro 6. Distribución de créditos recomendados por semestre.	31
Cuadro 7. Estrategias de enseñanza para la Maestría en Biotecnología	34
Cuadro 8. Comparación entre el plan de estudios de la Maestría en Biotecnología vigente y la propuesta de reestructuración.	38

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Estructura general del plan de estudios de la Maestría en Biotecnología.	28
Figura 2. Diagrama de la organización operativa de la Maestría en Biotecnología	40

# **PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN BIOTECNOLOGÍA**

## **1. PRESENTACIÓN**

El Programa vigente del Posgrado en Biotecnología (Maestría y Doctorado en Biotecnología), fue aprobado el 14 de mayo de 1992 por el H. Consejo Universitario de la UAEM, con el propósito general de preparar profesionales de la más elevada calidad académica en el área; recursos humanos profesionalizados en el desarrollo de la investigación y la generación de tecnologías propias, así como la transferencia e implementación de tecnologías adecuadas, sustentadas en el conocimiento de frontera, y presentando el carácter competitivo e innovador en sus áreas de incidencia.

En diciembre del 2003 se lleva a cabo la actualización del Programa y en marzo del 2007 es aprobada, por el H. Consejo Universitario de la UAEM la propuesta de separar el Programa de Posgrado en: Maestría en Biotecnología y Doctorado en Biotecnología, respetando la estructura del Plan de Estudios de ambos programas académicos.

Con el propósito de responder a las condiciones sociales y económicas prevalecientes en la actualidad en nuestro país y a las políticas del Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACyT, este documento presenta la propuesta de modificación al Plan de Estudios vigente del Programa de Maestría en Biotecnología de acuerdo con lo establecido en los “Lineamientos de Diseño y Reestructuración Curricular”, impulsado por la Secretaría Académica y aprobado por el H. Consejo Universitario en agosto de 1999.

Asimismo, es conveniente destacar que la modificación al Plan se ajusta también a la reglamentación vigente para los estudios de posgrado dentro de nuestra institución. De acuerdo con este reglamento General de Estudios de Posgrado, se pretenden hacer las reconsideraciones necesarias para establecer la congruencia entre el plan de estudio de nuestro posgrado y los reglamentos generales, los cuales han sido plasmados en diferentes apartados de este reglamento general. Para ello se hace referencia al Título octavo de los Programas de Investigación y Posgrado, Artículo 45, Capítulo III (de la evaluación de los Programas de Investigación y Posgrado) y Artículo 44, Capítulo II (de los requisitos para Programas de Investigación y Posgrado de nueva creación).

Esta nueva propuesta de modificación al Programa Educativo (PE), está encaminada a mejorar, no sólo su parte operativa sino, además, lo concerniente a la parte académica, pretendiendo mejorar los niveles de calidad del PE. La estructura y organización del Plan de Estudios

presentado, tiene como una de sus características fundamentales la flexibilidad curricular, lo que permitirá la movilidad académica.

La propuesta de reestructuración cobra relevancia y pertinencia, dado que la Biotecnología es un área de fundamental importancia ya que se encuentra involucrada en los procesos de mayor relevancia científica y tecnológica. Una gran diversidad de estas aplicaciones sustenta su desarrollo en la integración de procesos biotecnológicos y su inserción en los diferentes sectores productivos, tales como la agricultura, la industria alimentaria, la industria farmacéutica, ambiental, entre otras. Es cada vez más evidente el mercado potencial de la biotecnología en el mundo y su impacto en el crecimiento sustentable de las naciones sin afectar el medio ambiente a través del aprovechamiento racional de los recursos naturales.

Esta disciplina del conocimiento es, sin lugar a dudas, un campo potencial de desarrollo para los egresados de este Posgrado. Las áreas en las cuales este Posgrado incide directamente son principalmente los sectores salud, ambiental y agropecuario. Es importante mencionar que la docencia y la investigación en Biotecnología se encuentran naturalmente vinculadas lo que permite una formación integral de nuestros estudiantes, quienes se insertan con facilidad a los sectores productivos antes referidos. Contribuyendo además al desarrollo de su capacidad innovadora y creativa para impulsar la biotecnología en productos y procesos, que contribuyan a la mejora social y que puedan derivar en servicios, negocios y/o consultorías. Generando un ciclo de mejora de acuerdo a las demandas nacionales e internacionales. De aquí que la formación académica de los estudiantes que egresan cuenta con una base teórica sólida y con aplicación práctica de alta calidad relativa a métodos de biotecnología, que les permitirá incidir en la resolución de problemas de su área de conocimiento.

El papel de la Universidad, al apoyar este tipo de cambios, es el coadyuvar a la formación y preparación de recursos humanos altamente especializados.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

En esta época actual donde los cambios sociales, políticos y económicos juegan un papel determinante en el desarrollo de nuestras naciones es relevante destacar también la importancia de la Educación Pública ligada a la investigación básica y aplicada. La experiencia ha demostrado que la formación de recursos humanos de calidad y el desarrollo tecnológico son los pilares fundamentales para el crecimiento de las naciones. Estos son los indicadores que determinan la fortaleza de un país, un Estado, una Universidad. Acorde con estos parámetros de desarrollo, nuestra Institución ha enfrentado diferentes retos dentro de estos procesos de cambio que conllevan la modernización y excelencia académica de la educación pública.

Las tendencias en la educación pública plantean la integración de esquemas definidos de formación académica de calidad vinculados estrechamente a la investigación, la innovación y al desarrollo tecnológico, lo que ha sido determinante en el desarrollo global de nuestra institución. Por lo que, la vinculación de la educación al sector productivo, y la formación de recursos humanos de alta calidad son objetivos comunes dentro de los programas educativos de nuestra Universidad.

En este contexto, el Programa de Maestría en Biotecnología no ha permanecido ajeno a dichos procesos de modernización estructural y excelencia académica, debido a que se encuentra inmerso en ellos. Como consecuencia de la necesidad de revalorar su papel sustantivo en la formación de recursos humanos ha sido objeto de diferentes evaluaciones internas y externas que han conducido a la reestructuración y actualización del plan de estudios.

La biotecnología ha causado un impacto considerable en la sociedad actual. Este impacto se ha reflejado en áreas tan diversas como la agricultura y la ganadería, la salud, la industria farmacéutica, etc. Al mismo tiempo, la gran actividad industrial del siglo pasado ha contribuido de forma drástica al deterioro del medio ambiente. La biotecnología ofrece soluciones menos agresivas al ambiente ya que se basa en procesos naturales. Si bien es cierto que ha habido avances significativos en el campo de la biotecnología, aún quedan retos importantes por resolver.

En los países industrializados se invierte una cantidad considerable de recursos para el desarrollo de nuevas tecnologías y recientemente más en el área de la biotecnología. En nuestro país esta inversión es mínima, por lo que actualmente México importa estas tecnologías; sin embargo, muchas de ellas no son adecuadas para nuestra problemática o medio ambiente.

Es por esto necesaria la formación de recursos humanos que sean capaces de identificar dicha problemática y desarrollar tecnologías específicas para resolverla. En particular, en el estado de Morelos la biotecnología podría incidir en áreas como el procesamiento de desechos agrícolas (bagazo de caña, por ejemplo), en proyectos que permitan encontrar soluciones no contaminantes a problemas específicos y en la búsqueda de compuestos activos para problemas relacionados con la salud, entre otras.

Las universidades públicas deben adquirir el compromiso de formar los recursos humanos capacitados para abordar diversos problemas en el campo de la biotecnología y desarrollar proyectos que incidan en la solución de problemáticas locales específicas. De este modo, un posgrado en Biotecnología es necesario para formar personal con los conocimientos necesarios para apoyar y desarrollar investigación básica y aplicada que incidan en la solución de problemas relevantes, con un enfoque biotecnológico, humanístico y ético.

Las evaluaciones internas y externas realizadas durante este periodo han permitido detectar tanto las fortalezas como las debilidades de nuestro Programa de Estudios vigente. El primer análisis interno fue llevado a cabo por los integrantes del grupo colegiado de profesores del Posgrado tomando como base los “Lineamientos Generales para el Diseño, Evaluación y Presentación de Planes de Estudio de Posgrado”, así como la matrícula, la eficiencia terminal y la calidad de los trabajos de los egresados.

En este mismo contexto, las evaluaciones externas fueron realizadas por el Comité Interinstitucional para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) y por el CONACYT en diferentes oportunidades. Así como las políticas del Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACyT.

La objetividad de estos análisis llevó a considerar pertinente la modificación no sólo operativa, sino la parte académica del mismo. Tenemos conocimiento de la importancia de los cambios que se realizarán y del compromiso que representa la formación de recursos humanos en el panorama actual de la educación pública.

La propuesta incluye:

1. Ampliación de la oferta de cursos obligatorios de elección (de 3 cursos obligatorios para elegir 2, se aumentó a 6 cursos para elegir los 2)
2. La reducción y optimización de la carga académica práctica, a través de la introducción de periodos semestrales en vez de cuatrimestrales, lo que redundará en un incremento en el tiempo de dedicación a las actividades del trabajo de investigación y por ende, en la eficiencia terminal.

3. Eliminar los créditos correspondientes al manuscrito de tesis
4. Incremento de la flexibilidad a través de la selección de trayectorias de estudio de acuerdo con los intereses de los estudiantes.
5. Movilidad académica a través de estancias, cursos, talleres, etc. en otras instituciones internas y externas diferentes a la sede del Posgrado.
6. Mantener las tutorías individualizadas y en comités, a través del seguimiento del trabajo de investigación mediante seminarios de grupo y seminarios de titulación.
7. Continuar con los seminarios institucionales donde invitados reconocidos compartan sus experiencias en investigación, desarrollos biotecnológicos, innovación, vinculación, gestión etc.

Estas adecuaciones al Programa permitirán incrementar la matrícula y el número de estudiantes graduados. Asimismo, las acciones que convergen en la modernización estructural de los programas educativos y su flexibilidad académica permitirán responder a las necesidades actuales de movilidad y excelencia educativa. Lo anterior permitirá fortalecer el Programa de Maestría en Biotecnología para su permanencia en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad del CONACyT.

### **3. FUNDAMENTACIÓN**

#### **3.1 Vinculación de la propuesta con las políticas educativas y el Plan Institucional de Desarrollo (PIDE) 2012-2018.**

La modernización de los países del llamado Tercer Mundo y su despegue a la época contemporánea, han implicado el esfuerzo correspondiente a los propios ajustes estructurales y un costo social sin precedentes a todo el conjunto, bajo condiciones de una competencia difícilmente sustentable bajo las características de sus recursos humanos, técnicos y económicos.

En este contexto, México ha debido transitar a través de distintos “modelos de desarrollo” bajo condiciones muy diversas, esforzándose por crear las correspondientes bases que conformen sus posibilidades de avance, y llegar al momento de replantearse como nación sus posibilidades a futuro. Estas posibilidades estarán fincadas en su reconsideración, reestructuración y readecuación en la búsqueda de su legítima inserción como país en el concierto de las naciones modernas, a través de la instrumentación de su propio modelo, implicando como necesidad y concepto, la modernización de la estructura de Estado Nacional, a través del propio trabajo, abarcando a cada uno de los sectores, dependencias e instancias que lo conforman. Modernización que busca reajustar sus estructuras para conseguir el equilibrio entre el desarrollo social y el avance requerido para empatar el desarrollo global del mundo contemporáneo.

Dentro del contexto de la modernización de la estructura y el aparato del Estado, uno de los factores de mayor relevancia, es el que atañe al sector educativo, sin duda uno de los puntales en el que se finca el avance nacional. A su vez la modernización del aparato educativo nacional, amén de sus niveles básicos, medio, medio superior y técnico, debe considerar como esencialidad de tal proyecto a la Universidad Pública Nacional, como la totalidad del sistema de Educación Superior.

Es indiscutible que una de las más importantes vías de acceso a la modernidad y al futuro de un Estado Nacional, a través de las correspondientes recomposiciones o ajustes que modernicen sus propios esquemas de funcionalidad, que asumimos como modelos de posibilitación al desarrollo contemporáneo, es el conocimiento, el cual es dado en términos de producción científica y tecnológica, así como de las actividades docentes y culturales, todas ellas emitidas como un producto propio de las universidades. Dadas sus características y condiciones actuales, la estructura de educación nacional debe así misma ingresar en el propio ámbito de modernización; propuesta que ha sido emitida como política y operación por La Secretaría de Educación Pública (SEP) a través de La

Subsecretaría de Educación Superior e Investigación Científica (SESIC), implementando para tal efecto diversos mecanismos, que han repercutido en beneficio del actual proyecto de Educación Superior.

El programa del posgrado en Biotecnología responde a las políticas educativas nacionales que plantean como uno de sus elementos sustantivos el ofrecer posgrados de alto nivel que capaciten recursos humanos habilitados para trabajar en áreas de investigación y desarrollo biotecnológico tendientes a resolver problemas actuales prioritarios para el país. Las reformas que se plantean al plan de estudios actual permiten proponer un programa mejor estructurado, con mayor oferta de cursos obligatorios y materias optativas que se adecuan a las necesidades de cada estudiante, permitiéndole adquirir las habilidades y conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo experimental correspondiente a su tesis de grado en el tiempo estipulado y de igual manera, estar plenamente preparado para enfrentar su labor profesional. Esto último está acorde con las políticas actuales de optimizar la duración de la maestría en un tiempo de dos años.

Ésta y otras reformas han tenido como finalidad, en conjunto con otras dependencias e instituciones, dar soporte a la reestructuración, así como a la definición de funciones y quehaceres en términos de su readecuación, de las universidades públicas del país, las cuales en su individualidad y autonomía han definido y diferenciado sus propios proyectos y modelos de desarrollo, adecuados a las condiciones en ellas y a las entidades federativas a las que pertenecen, en un intento por generar actividades concertadas hacia la estructuración de un sistema de educación superior apropiado y eficiente que persiga la realización de sus funciones en el orden de primer nivel.

Es precisamente con este propósito que a través del programa referido, se ha dado apoyo al desarrollo e incremento en la medida de las posibilidades a la investigación científica y a la generación de tecnologías en dichas entidades educativas, sentando las bases en algunas de ellas para la estructuración de programas que las califiquen en la generación de proyectos propios en la actividad investigativa y en otros casos, para desarrollar, en el sentido de profundización e incremento, de sus recursos técnicos e infraestructurales para la realización de la misma.

Por ello se han instrumentado una serie de mecanismos emanados de las necesidades de ajuste del modelo educativo, dirigido a la organización nacional de la Universidad Pública, tendientes a propiciar tanto la estructuración como el desarrollo y consolidación de los modelos universitarios atendiendo a sus características determinantes y al establecimiento en razón de la estructura orgánica y conceptual bajo las cuales realiza sus funciones, propugnando por reorientar a nivel de

recomendación, hacia la adquisición de las competencias y habilidades relacionadas con un posgrado de calidad en investigación; es decir, en el sentido de prácticas de alto nivel en cuanto a calificaciones y quehaceres sobre áreas específicas y discretas que posibilitan tanto la opinión, utilización de los recursos humanos y materiales, como el crecimiento concertado en áreas de especialidad e interés- Priorizando las áreas de interés a través del análisis y ceñidas estrictamente al esquema de planeación del programa educativo, a partir de sus propias necesidades y de las estrategias que orientan y fortalecen sus actividades y funciones.

El CONACYT ha identificado que una de las dificultades para la planeación efectiva del desarrollo y consolidación del Sistema Educativo Superior y en particular los posgrados de los sistemas estatales y de las Instituciones de Educación Superior (IES), es la desvinculación que actualmente existe con la planeación económica del país y sus regiones. Aunado a ello, la progresiva disminución en el financiamiento que el Estado otorga a las universidades públicas, lo que estimula que éstas experimenten presiones y dificultades educativas para garantizar su calidad, ya que simultáneamente se les exige que incrementen la cobertura hacia una población que no deja de crecer.

La ANUIES por su lado, sugiere, como prospectiva, que la vinculación entre educación superior y sector productivo se inscriba en el marco de la complementación de las políticas y programas de desarrollo social y económico en los sectores agropecuario, industrial y de servicios. “En un escenario deseable, agrega tal organismo, para el año 2020 estarán en operación mecanismos más adecuados para lograr esta coordinación, resultado de la revisión del Sistema Nacional para la Planeación Permanente de la Educación Superior, y se habrán realizado los cambios necesarios para que los procesos de concertación entre las IES, los gobiernos y los sectores sociales y productivos se den de manera eficiente en el nuevo esquema de descentralización de la vida del país en los terrenos político, fiscal, y educativo, procesos que estarán consolidados. Las instancias de planeación y coordinación ocuparán un lugar importante en los esquemas de regulación de la educación superior al interior de su respectiva entidad federativa”<sup>1</sup>

La Universidad Autónoma del Estado de Morelos, a través del Plan Institucional de Desarrollo (PIDE 2012-2018), hace eco de las recomendaciones de las políticas educativas del Plan Nacional de Educación del gobierno, particularmente en lo referente a la inserción de

---

<sup>1</sup> Casas R. y Luna M. “Nuevos paradigmas y escenarios en las relaciones universidad, empresa y gobierno”. En Escenarios de la Educación Superior al 2005, Axel Didriksson (coordinador) CESU-UNAM, México, 1998, pp. 126-128.

los campos de la investigación y desarrollo tecnológico de las IES con los sectores productivos y de servicios.

El programa del posgrado en Biotecnología del Centro en Investigación en Biotecnología, responde a los cambios que en la actualidad caracterizan a la sociedad mexicana particularmente en los sectores agropecuarios, salud y ambiental. Actualmente la maestría en Biotecnología con sede en el CEIB, haciendo eco de las recomendaciones de las políticas educativas federales y del Plan Institucional de Desarrollo (PIDE 2012-2018), tiene el compromiso de formar profesionales de la más elevada calidad académica, capaces de realizar investigaciones originales básicas o aplicadas, así como la capacidad de insertarse a la docencia. Por sus conocimientos, habilidades y actitudes nuestros egresados serán capaces de servir responsablemente a la sociedad mediante su inmersión al sector productivo e industrial.

### **3.2 Descripción breve de aspectos socioeconómicos en el área de la Biotecnología.**

En la actualidad, México forma parte de la globalización económica que actualmente experimenta el mercado internacional. Esta situación promueve una mayor competencia en la industria y entre los países, lo que ha propiciado cambios en los procedimientos de producción, la relocalización geográfica de los procesos productivos y el surgimiento de nuevas industrias competitivas con alcance internacional.

La tecnología, sustentada en el conocimiento científico, evoluciona y se redefine cada vez más rápidamente, en este escenario, desempeña un papel central resolviendo los requerimientos de la sociedad en cuanto a la creación de nuevos productos y servicios a precios competitivos. Así, también ofrece alternativas tendientes a mejorar los procesos de producción, y con ello, propiciar una mayor eficacia en el uso de los insumos de producción con una menor contaminación del ambiente.

La biotecnología es un área fundamental en los procesos de globalización. Actualmente, se investigan y desarrollan procesos sustentados con técnicas biotecnológicas avanzadas para su aplicación en la agricultura, la salud, el medio ambiente y la industria, mismas que tendrán importantes repercusiones en la economía mundial. Por su potencial impacto para el desarrollo económico de nuestro país, es reconocido como prioritario en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (2008-2012). Para capitalizar el potencial de la biotecnología es fundamental incrementar y fortalecer la capacidad nacional en esta área.

La biotecnología moderna ha experimentado un desarrollo muy importante en todo el mundo. De acuerdo con estadísticas recientes, en el

2008, se contabilizan a nivel mundial alrededor de 5,000 empresas de biotecnología, con un nivel de facturación estimado en cerca de 90,000 millones de dólares. Si bien se trata de una aproximación -dado lo difuso de los límites de la biotecnología-, la cifra es suficientemente significativa como para marcar el dinamismo de un sector inexistente hace un par de década. El ejemplo más claro en América Latina para el desarrollo y mercado de la biotecnología es Brasil: en 2008, este país contaba con más de 30 programas de postgrado en biotecnología en un amplio número de áreas, con 790 grupos de investigación y 6844 investigadores. El incremento de la capacidad de investigación se ha visto reflejado en resultados tanto a nivel de patentes como de publicaciones<sup>2</sup>. Actualmente, Brasil ya se ha posicionado como uno de los 10 principales mercados mundiales de este sector. Se estima que para el 2030 el sector biotecnológico representará el 2,7% del PIB de los países de la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico).

En México, después de 30 años de crisis económicas recurrentes, es importante iniciar una nueva etapa de desarrollo, en donde la biotecnología puede coadyuvar al crecimiento sustentable de bienestar en la población sin afectar el medio ambiente y los recursos naturales del país.

En el año 2020, la población mexicana se estima ascenderá a 119.4 millones de habitantes que demandarán más y mejores alimentos y servicios. El reto a enfrentar consiste en cubrir esos requerimientos sin agotar nuestros recursos naturales. Solamente el impacto en materia de alimentos explica la necesidad de que se emprendan en forma seria estrategias para elevar la productividad en el campo. Se estima que en 2020 la demanda de granos con relación al año 2000 se incrementará más del 20%. Esto es, el país deberá ser capaz de producir ocho millones de toneladas adicionales, lo cual demandaría ampliar la superficie cultivada en una extensión de aproximadamente cuatro millones de hectáreas, superior al tamaño del estado de Sinaloa, o en su caso, incrementar nuestras importaciones a cinco millones de toneladas equivalentes a 1,500 millones de dólares al año<sup>3</sup>.

Sin embargo, aún con esta carga, es mediante el uso de las herramientas de la biotecnología que es factible incrementar la productividad por hectárea mediante por lo menos tres caminos:

1) Mejorando biológicamente las variedades básicas de la dieta del mexicano para incrementar su resistencia al ataque de plagas, con la

---

<sup>2</sup>Ernst & Young (2009) Beyond Borders. Global Biotechnology Report 2009.

<sup>3</sup> Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: retos y oportunidades. SEP-CONACYT. 2002

consecuente reducción de mermas en la producción. La pérdida de producción por este concepto se estima en alrededor de 30%. Sólo en el caso del maíz los beneficios obtenidos pueden superar los 600 millones de dólares al año.

2) Adaptando variedades seleccionadas a las características de la tierra y a la disponibilidad de agua en las diferentes regiones del país, en especial donde se desarrolló en un tiempo una intensa actividad agrícola y en el presente se encuentran agotados estos recursos.

3) Aplicando, mediante el manejo genético, la vida pos-cosecha de productos tropicales con potencial de exportación.

Además de las demandas de alimentación, se requerirán mejores servicios de salud adaptados a las nuevas realidades demográficas de la población. En 2020, la población menor de 14 años disminuirá y, con ello, las necesidades de servicios como los de vacunación no sólo se tendrán que redimensionar, sino que también deberán reorientarse hacia la prevención de otros padecimientos como la meningitis y las hepatitis más agresivas.

Por su parte, el segmento de la población de 15 a 64 años de edad, crecerá hasta representar prácticamente 70% de total de la población, ampliando así las necesidades de atención de padecimiento cardiovasculares, de hipertensión e hipercolesteronemia. A éstos se sumarán los propios de la tercera edad y demandarán mayor esfuerzo la diabetes mellitus, el cáncer y disfunciones neurológicas, entre ellos los males de Parkinson y Alzheimer. Se estima que el costo para la sociedad debido al impacto de estos padecimientos podrá superar los 1,700 millones de dólares en el año 2020.

La respuesta de la biotecnología a estas demandas de salud y sus costos potenciales, será mediante el desarrollo de técnicas que faciliten la prevención, el diagnóstico oportuno y el diseño de fármacos y tratamientos efectivos.

En el renglón ambiental, la contribución de la biotecnología no será menor. La actividad económica genera desechos y contamina el ambiente. La producción de alimentos mediante el uso de agroquímicos libera químicos que afectan los campos de cultivo, las corrientes de aguas superficiales y subterráneas, así como los litorales y el aire mismo. Las mejoras genéticas y las técnicas de biorremediación que ayuden a que estos contaminantes se eliminen, con un menor costo de recursos naturales y económicos serán indispensables.

México cuenta con un capital importante para desarrollar la biotecnología mexicana y transformarla en palanca para su progreso.

Tenemos una tradición milenaria en el uso de productos naturales y disponemos además de una de las reservas de la biodiversidad más importantes del mundo. La identificación, la investigación científica de sus propiedades y la creatividad para encontrar formas de aprovechamiento atractivas para la sociedad pueden constituir una alternativa estratégica de desarrollo para el país y en particular de una nueva industria nacional, sustentada en el uso respetuoso de sus recursos naturales<sup>4</sup>.

Conforme a lo anterior, resulta importante reestructurar y renovar el PE, a fin de contribuir a resolver estas nuevas demandas del entorno.

### **3.3 Origen y desarrollo histórico de la disciplina.**

Previo a la década de los 70's y utilizando procesos biológicos tecnificados (como los procesos de fermentación), se establecieron los primeros procesos biotecnológicos (la aplicación de conceptos de la ingeniería a procesos biológicos para hacerlos eficientes), y fue posible obtener diversos productos de suma importancia para el hombre, tanto en el sector salud como en el alimentario. Este conjunto de procedimientos que hoy se conocen como Biotecnología tradicional, tienen como característica común el utilizar organismos que fueron aislados de la naturaleza, y más adelante modificados para convertirlos en mejores productores, utilizando para ello técnicas clásicas de microbiología y genética.

Los productos así obtenidos fueron el resultado del metabolismo de los organismos, y los procesos desarrollados el producto de investigaciones empíricas de prueba y error.

Con la aparición de la biología molecular en los años cincuenta, se descifra la estructura del material genético o ácido desoxirribonucleico y de los mecanismos que permiten traducir en proteínas esta información. A partir de entonces, los descubrimientos se han sucedido a un ritmo muy acelerado, los bioquímicos y genetistas han logrado crear uno de los acervos de conocimientos más sólidos, unitarios y coherentes que nos brinda la ciencia.

En los años setenta surge la ingeniería genética y las técnicas del ADN recombinante, y con ellas la posibilidad de aislar, editar, y manipular material genético, lográndose entonces el trasplante de ADN entre especies, lo que permitió el surgimiento de los organismos transgénicos. Este conocimiento sobre el ADN y las proteínas, así como de las

---

<sup>4</sup> Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: retos y oportunidades. SEP-CONACYT. 2002

metodologías para manipularlos, constituye una de las plataformas de despegue de la biotecnología moderna.

La otra circunstancia que caracteriza la emergencia de la biotecnología moderna se ubica en la transformación conceptual del alcance de la ciencia. La ciencia se comprende ahora como una actividad de índole multidisciplinaria, en la que la solución de los problemas científicos y sociales complejos sólo se puede vislumbrar con el concurso de múltiples conocimientos herramientas y estrategias.

La biotecnología moderna se puede definir como una actividad multidisciplinaria cuyo sustento es el conocimiento de frontera generado en diversas disciplinas (la biología molecular, la bioquímica, la microbiología, la inmunología, la ingeniería química), que permiten el estudio integral y la manipulación de los sistemas biológicos (microorganismos, plantas y animales).

En el ámbito de la salud, la biotecnología ha influido positivamente en la calidad de vida de las personas y ofrece nuevas oportunidades en las áreas de diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades y rehabilitación de los enfermos. En los años 2000, con la secuenciación del genoma humano y las nuevas disciplinas conocidas como ciencia “ómica”, se prevé un futuro todavía mejor del que se contemplaba hace unos cuantos años.

A partir del estudio integral de los genomas de diversos organismos y de la manipulación de los sistemas biológicos, la biotecnología moderna busca hacer un uso inteligente y respetuoso de la biodiversidad, mediante el desarrollo de tecnologías eficaces, limpias, y competitivas, que faciliten la solución de problemas importantes en sectores tales como el de la salud, el agropecuario, el industrial y el del medio ambiente.

La propuesta de reestructuración que aquí se presenta, pretende incorporar todos estos procesos emergentes y mantener aperturas para la incorporación de las nuevas tendencias y desarrollos científicos.

### **3.4 Estudios sobre el campo profesional y mercado de trabajo.**

La biotecnología moderna se puede definir como una actividad multidisciplinaria cuyo sustento es el conocimiento de frontera generado en diversas disciplinas (la biología molecular, la bioquímica, la microbiología, la inmunología, la ingeniería química), que permiten el estudio integral y la manipulación de los sistemas biológicos (microorganismos, plantas y animales). El mercado de trabajo que puede satisfacer el egresado del posgrado en Biotecnología es amplio, y va a depender de su área de especialización. En México existen más de 375

empresas y cerca de 150 instituciones educativas relacionadas con la biotecnología en las que se puede desarrollar laboralmente el Maestro en Biotecnología. A continuación se enlistan los diferentes Sectores en los que un biotecnólogo podrá incidir.

#### **3.4.1 Sector salud.**

En el ámbito de la salud, la biotecnología ha influido positivamente en la calidad de vida de las personas y ofrece nuevas oportunidades en las áreas de diagnóstico, desarrollo de nuevos medicamentos, prevención y tratamiento de enfermedades y rehabilitación de los enfermos. En 1990 se inició oficialmente la secuenciación del genoma humano, y con la nueva disciplina conocida como ciencia genómica, se preveía un futuro todavía mejor del que se contemplaba hace unos cuantos años. A partir del estudio integral de los genomas de diversos organismos y de la manipulación de los sistemas biológicos, la biotecnología moderna busca hacer un uso inteligente y respetuoso de la biodiversidad, mediante el desarrollo de tecnologías eficaces, limpias, y competitivas, que faciliten la solución de problemas importantes en sectores tales como el de la salud, el agropecuario, el industrial y el del medio ambiente.

La biotecnología moderna ha generado hasta 1988 alrededor de 500-700 nuevos productos, la mayoría de estos son tipo proteico y de aplicación en el sector salud. Sin embargo, no sólo se han obtenido nuevos productos, sino también se han modificado los procesos de producción obteniéndose compuestos más baratos o de mejor calidad.

En la medicina humana y animal se ha tenido un gran impacto en tres áreas: nuevos sistemas de diagnóstico (más de 100 sistemas diagnósticos han sido aceptados en Estados Unidos), nuevas vacunas (se calcula que existen alrededor de 20 nuevas vacunas en diversas etapas de desarrollo, habiéndose ya comercializado la vacuna contra hepatitis B) y proteínas con efectos terapéuticos específicos (insulina humana, hormona del crecimiento e interferón). Se espera que con el trabajo de biotecnólogos, se obtengan modificaciones en las técnicas de producción que aumenten productividad y disminuyan costos de producción de compuestos farmacéuticos.

México ha puesto gran énfasis en el potencial del sector de la industria biofarmacéutica como fuente del crecimiento económico. El sector emplea aproximadamente 25,000 personas en más de 32 empresas biotecnológicas. El número de trabajadores altamente calificados que ingresan al mercado, se prevé que seguirá aumentando de manera constante, al igual que el número de biotecnólogos requeridos.

### **3.4.2 Sector agropecuario.**

En este sector, se espera que los biotecnólogos especializados desarrollen estrategias que permitan el uso de tierras poco aptas para la agricultura, obtengan variedades con un rendimiento mayor por hectárea, mejoren la calidad de los productos agrícolas, tanto en lo referente a su composición de proteína y aminoácidos, como a sus propiedades organolépticas.

También se anticipa que la industria de insumos agrícolas (fertilizantes, plaguicidas, y promotores de crecimiento) se modificará al ser desplazados los productos de origen petroquímico, por producto de origen biológico; en otros casos, porque las plantas del futuro, podrán tener sistemas nuevos de defensa y de generación de insumos, por ejemplo, la fijación de nitrógeno en gramíneas. El cultivo de células vegetales en biorreactores, permitirá la producción de metabolitos secundarios de gran valor (colorantes, saborizantes, aromas, principios activos de uso farmacéutico) hasta ahora solo obtenidos por extracción de productos naturales.

La producción animal del futuro se verá estimulada por el uso de promotores del crecimiento y de producción, específicos para cada especie; el mejor ejemplo lo constituyen, las hormonas de crecimiento para producción de leche en bovino, de cerdos, de pollo y de salmón, que tan espectaculares resultados han dado. La medicina preventiva en el campo animal se verá favorecida por la aparición de nuevas vacunas y de nuevos sistemas de diagnóstico de enfermedades. La técnica de trasplante de embriones se volverá de uso cotidiano y posiblemente la modificación génica para aumento de productividad en especies de interés económico, se inicie a finales de esta década.

En México existen más de 35 empresas dedicadas a la agrobiotecnología. En las que destacan las grandes multinacionales de la industria, las cuales invierten en biotecnología millones de dólares para asegurar la alimentación, calidad y cantidad productiva del campo en los próximos años. El mercado laboral de la agrobiotecnología en el futuro estará determinado por la evolución de las condiciones económicas, sociales y políticas imperantes a nivel nacional y mundial, más que por las posibilidades científicas. La biotecnología moderna se convertirá en un sector estratégico de la economía de mercado.

### **3.4.3 Sector alimentario.**

La producción de alimentos por técnicas biológicas tendrá modificaciones importantes en lo referente a los procesos de producción y de uso de los productos. En los últimos años, han aparecido nuevos

productos, que han desplazado el azúcar de caña y de remolacha, el jarabe fructuosado de maíz y aspartame. Se estima que en los próximos años llegarán nuevos edulcorantes y sustitutos de almidón con menor contenido calórico, así como otras innovaciones que impactarán en la industria alimenticia.

#### **3.4.4 Sector energético.**

Este sector merece un análisis especial, ya que su importancia se asocia a la disponibilidad actual de fuentes de energía, para los países que son importadores de energéticos y con grandes recursos renovables, de carácter biodegradable, la producción de etanol y de biogás son posibilidades interesantes. En el caso de etanol, Brasil ha mostrado como sustituir el petróleo por etanol a pesar de que económicamente no sea rentable con los actuales precios del petróleo, China e India son grandes generadores de biogás, sobre todo a nivel rural.

#### **3.4.5 Productos químicos.**

Son muchos de los productos biotecnológicos tradicionales, que tienen uso en la industria química, y solo se espera que se modifique el proceso de producción. En el campo de los agroquímicos, se considera que habrá toda una nueva gama de productos de origen biológico que sustituirá y desplazará a los actuales. La utilización de recursos celulósicos, para la obtención de derivados de mayor valor agregado (alimentos, materiales de construcción, materias primas para la industria de la fermentación), adquirirá mayor relevancia. Las especialidades químicas, constituyen un subsector en el cual la biotecnología puede reestructurar y promover su crecimiento en los próximos años.

#### **3.4.6 Área ambiental.**

En el combate a la contaminación ambiental causada por industrias y centros urbanos, se ampliará el uso de métodos biológicos, principalmente en aire, aguas y suelos. El tratamiento de basura y diferentes desechos es un área de oportunidad, para la aplicación de diversos procesos biotecnológicos que permitirán resolver una problemática real en el país. La conservación de germoplasma también se beneficiará con el uso de técnicas biológicas modernas que aseguren un resguardo genético más eficiente y barato.

#### **3.4.7 Biotecnología industrial.**

Para los países como México en vías de industrialización, la biotecnología se dirige a la consolidación de una plataforma productiva con la participación de empresas: químicas, petroleras, farmacéuticas, del

sector minero y electrónico que han permitido el establecimiento de pequeñas empresas de biotecnología dedicadas fundamentalmente a investigación y desarrollo. La dirección principal que sigue esta plataforma, es el tener acceso a la nueva tecnología y establecer arreglos entre empresas que permitan fortalecer unidades empresariales con capacidad de competir en los mercados nacionales e internacionales.

### **3.5 Datos de oferta y demanda educativas.**

En las entidades con actividades en el campo de la biotecnología y disciplinas relacionadas en el país, se han identificado, de acuerdo con ANUIES, alrededor de 58 programas de maestría, de los cuales 20 se encuentran dentro de Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC 2012).

Cabe señalar que en los últimos años la UNAM ha reducido el número de posgrados agrupándolos por sus características. Varias de sus dependencias son co-sedes de uno o más programas, compartiendo la responsabilidad académico-administrativa de dichos programas.

En los últimos años se ha buscado el establecimiento de programas de posgrado multidisciplinarios compartidos entre varios grupos y entidades, por lo que la identificación de los recursos humanos que se encuentran realizado estudios específicamente en el campo de la biotecnología resulta compleja. Existen instituciones que cuentan con dicha información, pero no todas la han hecho pública y de manera completa, por lo menos en los medios electrónicos.

Para realizar una estimación aproximada del número de estudiantes graduados en el campo, se obtuvo información de los programas en algunas de las dependencias que imparten posgrados en biotecnología, como la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM- Iztapalapa), en el que se graduaron 119 alumnos del programa de Maestría en Biotecnología entre los años 2005 al 2011. El Instituto de Biotecnología de la UNAM en el 2011 reporta 39 alumnos graduados en el programa de Ciencias Bioquímicas.

Conforme a datos proporcionados por el CONACYT, en algunos posgrados se graduaron, en promedio en los dos últimos años, siete alumnos al año en el nivel maestría por programa, en entidades como el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología del Estado de Jalisco (CIATEJ), el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, ubicado en Hermosillo (CIAD) y el Instituto Tecnológico de Mérida. En la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, se han graduado en últimos años entre seis y 16 alumnos al año en su programa de Maestría en Biotecnología.

Se considera los números más bajos mencionados: siete alumnos egresados al año en el nivel maestría, en cada uno de los programas. Se podría esperar en los próximos años, la graduación de 400 maestros al año.

### **3.6 Análisis comparativo con otros planes de estudio.**

Los programas de posgrado relacionados con el área de la Biotecnología, son diversos. Sin embargo, para llevar a cabo su comparación con el Posgrado en Biotecnología vigente en la UAEM, se han seleccionado a dos de ellos por las siguientes razones:

1. Que se encuentren en Padrón Nacional del Posgrado del CONACYT
2. Área afín
3. Cercanía física que representa la competencia más real para la UAEM

El **cuadro 1** resume la comparación entre los tres planes de estudio de la Maestría en Biotecnología

**Cuadro 1.** Comparación entre las actividades académicas y número de créditos entre la Maestría en Biotecnología de la UAEM, UNAM y UAM.

<b>Maestría/ actividades</b>	<b>Maestría en Ciencias Bioquímicas, IBT-UNAM</b>	<b>Maestría en Biotecnología UAM- Iztapalapa</b>	<b>Maestría en Biotecnología UAEM</b>
Créditos	106	176	92
<b>Duración (meses)</b>	24	24	24
<b>Actividades académicas</b>	<p>Dos cursos obligatorios a elegir entre: Bioquímica, Bioquímica avanzada, Biología Molecular, u otra que defina el comité. Dos cursos optativos a elegir, entre los que destacan: Ingeniería Bioquímica, Biología Celular Animal, Biología Vegetal, Métodos analíticos Instrumentales, Técnicas de Separación de Biomoléculas, Técnicas en Biología Molecular, Microscopía Óptica y Electrónica, Métodos biotecnológicos al, Métodos en Biotecnología, Tres seminarios de investigación</p> <p>Tres trabajos de investigación, Todas las actividades anteriores se desarrollan durante los tres primeros semestres. Durante el cuarto semestre se registra la tesis (sin créditos) y el alumno puede graduarse con aval del Comité Tutorial.</p>	<p>Tres cursos obligatorios: Bioquímica, Biología Molecular y Diseño Experimental. Dos seminarios obligatorios: Seminario de Investigación Científica y Seminario de Revisión bibliográfica y proyecto experimental. Tres optativas: Técnicas en Biotecnología (elegir una de las siguientes: Métodos analíticos Instrumentales, Técnicas de Separación de Biomoléculas, Técnicas en Biología Molecular, Microscopía Óptica y Electrónica o Métodos biotecnológicos) y 2 Temas Selectos en Biotecnología a elegir de a) Fisiología y Bioquímica de Microorganismos Industriales b) Química y Bioquímica de Alimentos c) Enzimología d) Mejoramiento Genético de Microorganismos Industriales e) Microbiología de Alimentos f) Diseño de Reactores Biológicos g) Cultivo de Tejidos Vegetales o h) Aspectos fisicoquímicos de alimentos. Tres Trabajos Experimentales y Examen de grado</p>	<p>Dos cursos obligatorios de entre tres Bioingeniería, Bioquímica y Biología Molecular, Dos cursos optativos en Biotecnología. Seis seminarios de investigación. Seis exámenes tutorales de su trabajo experimental. Presentación de tesis y examen de grado.</p>

Al comparar los planes de estudio de las 3 Instituciones, observamos que, aunque los tres tienen una duración de dos años, el plan de estudios de la UNAM es semestral con 106 créditos; el de la UAM trimestral con 176 créditos; y el de la UAEM cuatrimestral con 92 créditos.

Con relación a los cursos obligatorios y optativos, el número de cursos en el de la UNAM y UAEM es menor (2 obligatorios y 2 optativos) comparados con el Programa de la UAM (3 y 5 respectivamente). En cuanto a los contenidos, los cursos obligatorios que se ofertan en los tres programas son similares. En el caso de los optativos, en la UAM y UNAM hay un gran número de cursos de los que el estudiante puede elegir; en nuestro programa, no se encuentran especificados los cursos, el requisito es que sean en el área de la biotecnología, lo que consideramos, le da una mayor flexibilidad.

Respecto al trabajo experimental, el programa de la UNAM permite que el estudiante se involucre desde el primer semestre, el de la UAM a partir del segundo trimestre y en el de la UAEM, durante el segundo cuatrimestre se aprueba el trabajo de investigación que desarrollará durante su maestría. Cabe hacer mención, que el número de seminarios de investigación (trabajo experimental) tanto en la UNAM como en la UAM es de tres; sin embargo, en el de la UAEM, por ser cuatrimestral, se incrementa a seis.

### **3.7 Evaluación interna del programa de posgrado.**

Se llevó a cabo la evaluación interna del plan de estudios vigente por parte de los Investigadores integrantes del cuerpo colegiado del CEIB, en términos de lo establecido en los “Lineamientos Generales para el Diseño, Evaluación y Presentación de Planes de Estudio de Posgrado”. En ella se realizó el análisis tanto en su aspecto operativo como en el académico. Este análisis arrojó el siguiente diagnóstico: las condiciones establecidas en el desarrollo del plan de estudios en su aspecto operativo, han originado como el principal problema, una eficiencia terminal promedio de alrededor del 70%. Con respecto a la matrícula, ésta se incrementó notablemente del 2008 al 2009; el incremento observado corresponde al año de reingreso del Programa al PNPC. En los últimos tres años (2010-2012) la matrícula se ha mantenido prácticamente constante; con una eficiencia terminal global del 69.6%. Estos resultados están plasmados en el cuadro 2.

#### **3.7.1 Seguimiento de egresados.**

El seguimiento de los egresados del posgrado, se ha llevado a cabo de manera muy incipiente, de tal manera que solo se cuenta con los datos de las actividades que actualmente realiza cada uno de los graduados. No se cuentan con datos como el mercado laboral y el índice de satisfacción del empleador, datos solicitados por la SEP.

**Cuadro 2.** Comportamiento de ingresos, bajas y graduados de los estudiantes de la Maestría en Biotecnología

Ingreso	2008	2009	2010	2011	2012
Enero	2	11	9	7	8
Septiembre	4	11	7	10	8
Total	6	22	16	17	16
Tasa de graduación anual	83.33	81.81			
Eficiencia terminal anual	66.6	72.7			
Bajas del programa anual	1	4	2	2	1

Eficiencia terminal global (2008-2010): 69.6 %

Desde el punto de vista laboral, los estudiantes graduados se encuentran desempeñando funciones para las cuales, el Posgrado en Biotecnología les ha proporcionado las herramientas necesarias. Otros estudiantes han sido admitidos a programas de posgrado (doctorado) afines al área: ya sea en el Programa de Doctorado en Ciencias Naturales de la UAEM así como en otras instituciones nacionales e internacionales.

### **3.7.2 Debilidades del Programa Educativo.**

De acuerdo con la autoevaluación, las debilidades del programa de posgrado son (en orden de prioridad):

1. Número de profesores. El núcleo básico de profesores del posgrado en Biotecnología es muy bajo. La situación de la DES de Ciencias Naturales no ha permitido contratar nuevos profesores de tiempo completo (PTCs). Esto influye en el número de estudiantes aceptados, ya que los laboratorios se encuentran a su máxima capacidad.
2. Presupuesto asignado para mantenimiento de equipo limitado o inexistente. Los investigadores y, por ende, los alumnos de posgrado y de otros niveles, se han visto limitados a avanzar en sus protocolos de investigación por averías o fallas de los equipos por falta de mantenimiento.
3. Baja productividad académica. La situación descrita del número de profesores, deficiencias en infraestructura, PTCs asociados, pobre mantenimiento de equipo y de presupuesto, incide en que los investigadores no logren publicar con suficiente rapidez.

### **3.7.3 Fortalezas del Programa Educativo.**

Las diversas LGACs del CEIB permiten una formación multidisciplinaria del estudiante a través de la interacción entre los diferentes grupos de trabajo del Centro. Además, a partir de las colaboraciones que los diferentes grupos tienen con otras unidades académicas nacionales e internacionales el estudiante tiene la oportunidad de adquirir experiencias que fortalecen su formación profesional

Los proyectos de Investigación a los que los alumnos pueden acceder para la realización de su trabajo experimental están contenidos dentro de las tres LGACs que se desarrollan en el Centro de Investigación en Biotecnología.

A la fecha se cuenta con diversas colaboraciones con organismos nacionales e internacionales, públicos y privados, donde los propios estudiantes de la Maestría pueden insertarse con sus trabajos de investigación

Además, se tienen convenios con diferentes Institutos y Facultades de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Politécnico Nacional para integrar profesores externos al Posgrado y para llevar a cabo proyectos conjuntos. Asimismo, se tienen formalizados convenios de colaboración con la Universidades de otros países.

### **3.8. Evaluaciones externas.**

Las evaluaciones internas y externas realizadas durante este periodo han permitido detectar tanto las fortalezas como las debilidades de nuestro Programa de Estudios vigente. El primer análisis interno fue llevado a cabo por los integrantes del grupo colegiado de profesores del Posgrado tomando como base los “Lineamientos Generales para el Diseño, Evaluación y Presentación de Planes de Estudio de Posgrado”, así como la matrícula, la eficiencia terminal y la calidad de los trabajos de los egresados.

Las evaluaciones externas fueron realizadas por el Comité Interinstitucional para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) y por el CONACYT en diferentes oportunidades. Así como las políticas del Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACyT.

# **PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN BIOTECNOLOGÍA**

## **4. OBJETIVO CURRICULAR**

Formar recursos humanos de alta calidad académica, capaces de apoyar y desarrollar proyectos de investigación básica y/o aplicada en el área de la biotecnología, así como de realizar labores de difusión científica.

### **4.1 Objetivos particulares.**

1. Dar al alumno una sólida preparación en las ciencias básicas que inciden en el campo de la biotecnología.
2. Capacitar a los alumnos en el ejercicio de la investigación orientada a la generación de conocimientos originales en Biotecnología que incidan en el entorno agrícola, ambiental y en el área de salud con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.
3. Que los alumnos participen en la difusión y divulgación de los conocimientos generados en sus proyectos de investigación en foros científicos, tecnológicos y/o para público en general.
4. Dar seguimiento a los estudiantes de forma personalizada durante el desarrollo de la Maestría y después de concluida, para asegurar su ejercicio profesional y productividad en el campo de la biotecnología.
5. Coordinar las actividades de los estudiantes que los lleven a terminar su programa académico y a graduarse en los tiempos establecidos para la Maestría.
6. Fomentar el intercambio académico con instituciones académicas, gubernamentales e industriales, nacionales e internacionales, para el desarrollo de la biotecnología en los ámbitos de salud, de medio ambiente y agrícola.

### **4.2 Metas.**

1. El 100% de recursos humanos con conocimientos y habilidades para desarrollar investigación básica y/o aplicada en el área ambiental, agrícola y de salud
2. El 100% de los egresados del programa habrán realizado al menos una actividad de difusión en foros científicos
3. Tener una eficiencia terminal del 100%
4. Aumentar el número de convenios intra e interinstitucionales que favorezcan el desarrollo de las actividades de la docencia e investigación, así como la movilidad de estudiantes e investigadores.

## 5. PERFIL DEL ALUMNO

### 5.1 Perfil de Ingreso.

Los aspirantes a estudiar la Maestría en Biotecnología deben reunir las siguientes características:

**Conocimientos:**

Conocimientos básicos y sólidos en las áreas afines a la biotecnología.

**Habilidades:**

De comprensión de lectura, capacidad analítica y destreza manual en el laboratorio.

De observación, análisis y síntesis asociadas con el conocimiento científico.

**Actitudes:**

Actitud de compromiso, motivación y responsabilidad en el trabajo.

**Valores:**

Ética y valores morales

Sentido humanista y ético.

Compromiso social.

Respeto por el entorno social y por los recursos naturales.

### 5.2 Perfil de egreso.

Los egresados de la Maestría en Biotecnología:

1. Manejan conceptos actuales de las ciencias básicas que inciden en el campo de la Biotecnología.
2. Manejan de manera crítica la información científica y/o técnica relativa a la Biotecnología, de fuentes especializadas de actualidad.
3. Poseen habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada que inciden en la solución de problemas ambientales, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.
4. Poseen habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada en el área de productos naturales, que inciden en la industria, agricultura y salud, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.

5. Aplican herramientas biotecnológicas en el desarrollo y/o innovación de procesos industriales.
6. Transmiten conocimientos del ámbito de la biotecnología de forma oral y escrita.
7. Tienen la capacidad de incidir en la formación de recursos humanos en el ámbito de la biotecnología en diversos niveles educativos.
8. Desarrollan capacidades para realizar trabajo en equipo.

## **6. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS**

La estructura curricular del plan de estudios de la Maestría en Biotecnología operará por semestres y contempla una duración de dos años. El plan de estudios estará constituido de 2 unidades de aprendizaje obligatorias de elección, 2 unidades de aprendizaje optativas, 4 trabajos experimentales (exámenes tutorales), que involucrarán el desarrollo de una tesis y 4 seminarios que tienen como objetivo iniciar a los estudiantes en la reflexión y discusión académica colegiada.

### **6.1 Orientación de la Maestría en Biotecnología.**

La orientación de la Maestría en Biotecnología es de **investigación** en donde los estudiantes participan en actividades de investigación conducida por los profesores del posgrado. Asimismo se incluyen seminarios para iniciar a los estudiantes en la reflexión y discusión académica colegiada. El estudiante demuestra su capacidad para desarrollar un proyecto de investigación individual mediante un trabajo experimental de tesis.

### **6.2 Líneas de investigación.**

Las LGACs que se ofrecen en el Programa de Maestría en Biotecnología son las siguientes:

**Biotecnología Ambiental.** Estudios acerca de la utilización de enzimas y microorganismos para la biorremediación de sitios contaminados, el tratamiento biotecnológico de residuos y el desarrollo de biocombustibles. Asimismo, estudios de toxicidad orientados a establecer efectos tóxicos de xenobióticos.

**Biotecnología Agropecuaria.** Incluye el desarrollo de estrategias relacionadas con el control de plagas agrícolas y pecuarias a partir de

microorganismos y metabolitos de plantas mexicanas. De igual manera, el diseño y producción de biofertilizantes para gramíneas y leguminosas.

**Biotecnología de Productos Naturales.** Involucra el estudio de plantas de interés medicinal a través de una selección etnobotánica y desarrollo biotecnológico que permitan lograr la producción incrementada y homogénea de los compuestos activos, para su aplicación terapéutica y diagnóstica; además, se identifican y aíslan genes o proteínas de diversos organismos empleando estrategias experimentales utilizadas en el campo de la bioquímica y biología molecular.

### **6.3 Flexibilidad Curricular.**

El Plan de Estudios es flexible debido a lo siguiente:

1. Es un sistema curricular de créditos en el que no existe la seriación de unidades de aprendizaje
2. Ofrece unidades de aprendizaje obligatorias y optativas, las cuales pueden acreditarse en otra dependencia diferente a la sede académica del posgrado dentro de la UAEM, además de otras instituciones nacionales e internacionales. Se podrán cursar hasta el 40% de los créditos en otras dependencias de la Universidad o en otras instituciones. Esto se definirá de acuerdo a las necesidades académicas del estudiante y según la oferta de unidades de aprendizaje adecuadas a la formación del estudiante.
3. Las modalidades de enseñanza-aprendizaje van más allá de las unidades de aprendizaje frente a grupo, ya que se incorporan otras actividades que permiten fortalecer la formación del estudiante, tales como estancias cortas, participación directa en proyectos de investigación, en seminarios y en eventos académicos nacionales e internacionales.
4. Se impulsa el uso de tecnologías más recientes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que sean una herramienta que permita al estudiante la integración de conocimientos adquiridos en el planteamiento de alternativas para la solución de un problema.
5. Se contempla la aplicación de exámenes de calidad para reconocer los conocimientos adquiridos previamente, favoreciendo la integración de estudiantes de otros programas afines.
6. Es un plan de estudios de tipo tutorial, en el cual la formación del estudiante se realiza de manera colegiada.
7. Permite la actualización de contenidos temáticos, especialmente en las unidades de aprendizaje optativas, de acuerdo con los avances del conocimiento en las diferentes disciplinas que inciden en la formación del estudiante, sin que se requiera cambiar el plan de estudios de la Maestría.

8. Favorece la movilidad de docentes y estudiantes a otras Instituciones nacionales e internacionales, así como a empresas públicas y privadas.

#### **6.4 Definiciones de unidades de aprendizaje y seminarios.**

Para una mejor comprensión de los conceptos aquí manejados, a continuación se proporciona una breve descripción de los mismos.

**Unidades de aprendizaje obligatorias de elección:** Son aquellas que proporcionan la formación básica en el área de la Biotecnología. Estas unidades de aprendizaje son las siguientes: BIOLOGÍA MOLECULAR, BIOQUÍMICA, BIOINGENIERÍA, BIOESTADÍSTICA, BIOTECNOLOGÍA VEGETAL Y MICROBIOLOGÍA. Estos cursos también, pueden ser considerados como unidades de aprendizaje optativas; la elección se hará por el estudiante de común acuerdo con su tutor.

**Unidades de aprendizaje optativas:** Son aquellas seleccionadas para fortalecer la formación del estudiante, específicamente en el área de incidencia de su proyecto de tesis. Las unidades de aprendizaje optativas de elección serán en áreas relacionadas con Bioseparaciones, Bioprocesos, Fisiología vegetal y todas aquellas relacionadas con la Biotecnología. Se podrán cursar en otras instituciones nacionales o internacionales y deberán tener una duración de 54 horas

**Exámenes de acreditación de asignatura.** Serán realizados a solicitud expresa del estudiante aceptado al posgrado con la finalidad de reconocer los estudios y conocimientos previamente adquiridos en las asignaturas señaladas en el plan de estudios. Para ello se integrará un Comité *ad hoc* que permita establecer un diagnóstico de la formación general del estudiante y se discutirá la pertinencia de un examen de acreditación para los diferentes unidades de aprendizaje. Los exámenes serán escritos e incluirán el contenido temático de cada materia. Si este requisito no se cubre entonces deberá acreditar la o las unidades de aprendizaje que correspondan al Plan de Estudios.

**Seminarios:** Son reuniones de discusión académica, las cuales pueden ser de carácter general (comunidad académica) y particular (grupo de investigación).

**Trabajo Experimental:** Trabajo de investigación que realiza el estudiante durante el desarrollo de su proyecto de tesis. Los resultados de éste serán presentados, junto con un reporte escrito que contemple el análisis y discusión de sus resultados, ante un comité tutorial integrado *ex profeso* para su evaluación a través de un examen tutorial.

**Proyecto de tesis:** Se refiere a un trabajo de investigación original, que aporte conocimiento básico y/o aplicado en el área de la Biotecnología.

**Estancias cortas.** Se refiere a que el alumno puede realizar parte de su investigación en otro laboratorio ajeno al CEIB. Estas estancias tendrán una duración de seis meses como máximo.

**Eventos académicos.** Se refiere a seminarios, conferencias, congresos y simposios.

### 6.5 Definición de la estructura general del plan de estudios.

En esta sección se proporciona la información suficiente para definir la estructura general del plan de estudios de la Maestría en Biotecnología. En la figura 1 se muestra la estructura general del plan de estudios



Figura 1. Estructura general del plan de estudios de la Maestría en Biotecnología.

### Asignación de créditos.

Para los estudios de Maestría el alumno deberá cubrir actividades académicas hasta por un total de 92 créditos, con unidades de aprendizaje y actividades de investigación con atención individualizada. De acuerdo con el Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM, se otorgarán:

1. Dos créditos por 1 hora/semana de clases teóricas.
2. Un crédito por 1 hora/semana de seminarios (seminarios generales y de grupo).
3. Doce créditos por trabajo experimental y presentación de los exámenes tutorales.

En el Cuadro 3 se observa la distribución de las actividades académicas de la Maestría en Biotecnología. Las actividades están divididas en dos modalidades: eje formativo teórico y eje formativo de investigación. Del total de horas que el estudiante invertirá en la realización de sus estudios, se considerarán como teóricas a los seminarios y a las unidades de aprendizaje obligatorias y optativas; al trabajo experimental se le considera como las horas prácticas. Como puede observarse, la mayor proporción de tiempo corresponde a la parte experimental de su tesis.

**Cuadro 3.** Distribución de actividades académicas y créditos en la Maestría en Biotecnología.

<b>Eje Formativo</b>	<b>Tipo de Unidades de Aprendizaje</b>	<b>H/T/S</b>	<b>H/P/S</b>	<b>Créditos</b>
Teórico	Obligatorias de elección	6	0	12
	Optativas	3	0	6
	Seminarios obligatorios	1	0	2
Investigación	Trabajo experimental	0	12	12

H/T/S = Horas teóricas por semana; H/P/S = Horas prácticas por semana.

Para cubrir el programa educativo de La Maestría en Biotecnología, se deberá cubrir un total de 92 créditos, distribuidos en los diferentes ejes formativos (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Asignación de créditos del Programa Educativo Maestría en Biotecnología.

<b>EJE FORMATIVO</b>	<b>CARÁCTER DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE</b>	<b>CRÉDITOS</b>	<b>No. DE UNIDADES DE APRENDIZAJE</b>	<b>TOTAL CRÉDITOS</b>	<b>%</b>
Teórico	Obligatorias de elección	12	2	24	26.00
	Optativas	6	2	12	13.00
	Seminarios	2	4	8	9.00
Investigación	Trabajo experimental	12	4	48	52.00
<b>TOTAL</b>			<b>12</b>	<b>92</b>	<b>100.00</b>

Las unidades de aprendizaje están diseñadas para obtener un balance entre la teoría y la práctica, favoreciendo las actividades de investigación como una parte medular de su formación académica.

De esta manera, la mayor parte de los créditos corresponden al Trabajo experimental, los resultados de éste serán presentados por los estudiantes una vez por semestre y serán evaluados a través de un examen tutorial. Para aprobar el Trabajo experimental, a los estudiantes se les asignará un jurado conformado por cinco profesores. Este jurado dará seguimiento al avance de su trabajo de tesis. El estudiante deberá entregar a cada sinodal un escrito de avance de tesis, con un contenido mínimo cuyas características se observan en el cuadro 5.

**Cuadro 5.** Requerimientos básicos para la presentación de los exámenes tutorales.

<b>No.</b>	<b>REQUERI-MIENTO MÍNIMO</b>	<b>CONTENIDO DEL ESCRITO Y NIVEL DE DISCUSIÓN</b>	<b>CRÉDITOS</b>	<b>AVANCE TESIS (%)</b>
I	Proyecto de investigación y estado del arte del mismo.	Descripción del problema, justificación, revisión bibliográfica del tema de investigación, planteamiento de hipótesis, objetivos (general y particulares), metodología a utilizar y bibliografía.	12	25
II	Avance de resultados	Presentación de cambios que se hayan recomendado en el examen tutorial y avances del proyecto de investigación.	12	50
III	Avance de resultados	Generación de datos dirigidos a cumplir los objetivos del proyecto.	12	75
IV	Integración de Resultados y entrega de tesis para revisión	Discusión de resultados obtenidos y conclusiones.	12	100

El cuadro 6 muestra la distribución de los créditos para cada una de las actividades académicas de la Maestría. La distribución del tiempo que se propone está en función de que un estudiante debe dedicarle el tiempo completo a sus estudios de posgrado.

**Cuadro 6.** Distribución de créditos recomendados por semestre.

Semestre	*Mínimo de créditos	**Equivalente a unidades de aprendizaje	*Créditos recomendados (1ª opción)	**Equivalente a unidades de aprendizaje	*Créditos recomendados (2ª opción)	**Equivalente a unidades de aprendizaje
I	26	Una obligatoria de elección Un seminario Un trabajo experimental	38	Dos obligatorias de elección Un seminario Un trabajo experimental	32	Una obligatoria de elección Una optativa Un seminario Un trabajo experimental
II	26	Una obligatoria de elección Un seminario Un trabajo experimental	26	Dos optativas Un seminario Un trabajo experimental	32	Una obligatoria de elección Una optativa Un seminario Un trabajo experimental
III	20	Una optativa Un seminario Un trabajo experimental	14	Un seminario Un trabajo experimental	14	Un seminario Un trabajo experimental
IV	20	Una optativa Un seminario Un trabajo experimental	14	Un seminario Un trabajo experimental	14	Un seminario Un trabajo experimental
<b>TOTAL</b>	<b>92</b>		<b>92</b>		<b>92</b>	

\*Se refiere a la trayectoria que normalmente los estudiantes cubrirían en cuatro semestres.

\*A elección del estudiante y conjuntamente con el tutor principal, se elegirán las unidades de aprendizaje a tomar en cada semestre, debiendo cubrir las unidades de aprendizaje obligatorios preferentemente en los dos primeros semestres. En cada semestre deberán cursar al menos uno y como máximo dos.

### **6.5.1 Revalidación de estudios.**

La revalidación tiene como objetivo el reconocimiento de los estudios de Posgrado realizados en otras instituciones de Educación Superior nacionales o internacionales. La solicitud de revalidación se realizará únicamente por el interesado de acuerdo a las condiciones establecidas en el Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM. Para ello se integrará un Comité *ad hoc* que permita establecer un diagnóstico de la formación general del estudiante y se discutirá la pertinencia de la revalidación para las diferentes unidades de aprendizaje. La revalidación será realizada únicamente para las unidades de aprendizaje establecidos en el Plan de Estudios.

### **6.6 Vinculación.**

A la fecha se cuenta con diversas colaboraciones con organismos nacionales e internacionales, públicos y privados, donde los propios estudiantes del posgrado en Biotecnología pueden insertarse con sus trabajos de investigación. Se han firmado convenios con diferentes Institutos y Facultades de la Universidad Nacional Autónoma de México.

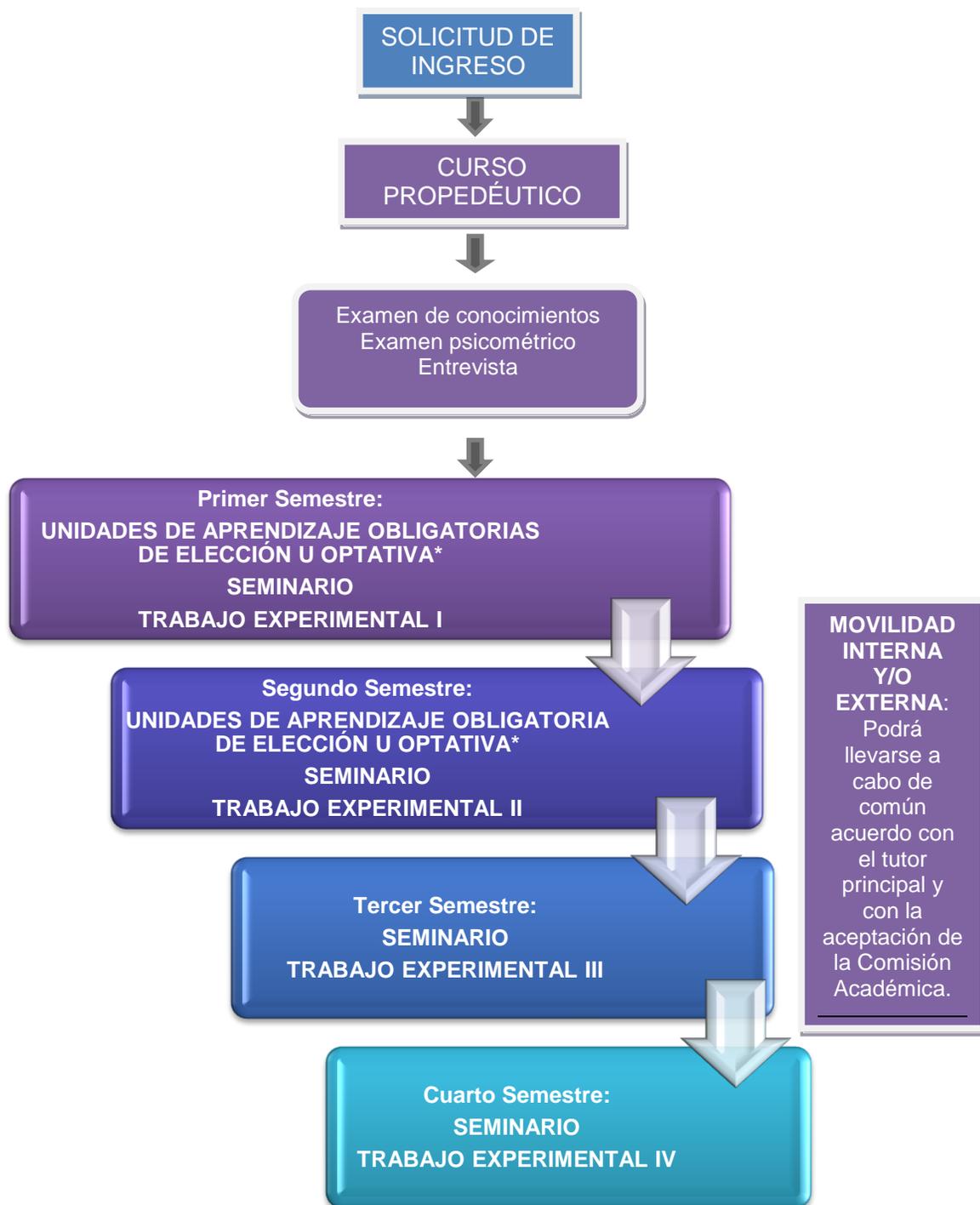
Otras vinculaciones importantes que se han logrado a través del posgrado y el CEIB, son las relaciones internacionales que permiten la formación de recursos humanos de los PTCs y de tutorías conjuntas entre los mismos y otros investigadores nacionales e internacionales.

## **7. MAPA CURRICULAR**

A continuación se esquematiza la programación ideal por semestre, de las actividades que se llevarán a cabo a lo largo de la Maestría en Biotecnología. En este esquema se indican las condiciones para el ingreso a este programa educativo. Todas ellas son indicadores para la aceptación o rechazo del estudiante.

El siguiente esquema del mapa curricular, plantea idealmente la trayectoria escolar del estudiante en relación a la aplicación del sistema de créditos. Significa que el estudiante, junto con su tutor, cada semestre podrán decidir:

1. Cuantas unidades de aprendizaje deberá cursar por semestre.
2. Cuales unidades de aprendizaje.
3. El orden en que deberá cursarlas.
4. En que semestre se cursarán.
5. Institución educativa en donde se cursarán (para el caso de movilidad estudiantil).



\*A elección del estudiante y conjuntamente con el tutor principal, se elegirán las unidades de aprendizaje a tomar en cada semestre, debiendo cubrir las 2 unidades de aprendizaje obligatorios de elección preferentemente en los dos primeros semestres.

## 8. SISTEMAS DE ENSEÑANZA

El Sistema de Enseñanza en el Programa de Maestría en Biotecnología se basa, de manera fundamental, en un sistema tutorial para dar seguimiento a su trabajo de tesis, así como en la impartición de unidades de aprendizaje, obligatorias y optativas, donde el alumno recibe la información en clases teóricas. El desarrollo y aplicación de la tutoría será fundamental debido a la flexibilidad del programa. El tutor deberá desempeñar un papel fundamental en el seguimiento de su trabajo de tesis, siendo además interlocutor, acompañante y guía. En el cuadro 7 se muestran las estrategias que se aplicarán para la enseñanza en este programa educativo.

**Cuadro 7.** Estrategias de enseñanza para la Maestría en Biotecnología

<b>ESTRATEGIAS PARA EL ESTUDIANTE</b>	<b>COMPETENCIAS QUE EL ESTUDIANTE DESARROLLA</b>
Búsqueda de textos científicos	Aprende a recabar información actualizada en temas de Biotecnología
Realizar síntesis escrita de lo leído, reportes de lectura	Interpretar, discutir redactar correctamente y con buena ortografía
Presentar trabajos específicos en seminarios	Comprensión de lecturas, estructuración de lo que se va a transmitir, elaboración de material de apoyo, capacidad de hablar en público.
Discusión de temas científicos en grupos	Comunicación, expresar y defender ideas, saber escuchar a los demás, respetar la posición de otros.
Resolución de problemas específicos de forma independiente o en pequeños grupos	Capacidad de análisis y síntesis, búsqueda de información, integración de conceptos, pensamiento reflexivo, trabajo cooperativo, desarrollo gradual de solución de problemas cada vez más complejos.
Trabajo en el laboratorio	Habilidad para integrar la teoría y la práctica, capacidad para diseñar experimentos.
Estrategias de investigación	Buscar bibliografía, elaborar hipótesis de trabajo, diseñar metodologías para ratificarlas o refutarlas, analizar los datos obtenidos, estructurar conclusiones, fundamentarlas y elaborar el reporte final.

## 9. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

La evaluación del aprendizaje de los contenidos temáticos en la Maestría en Biotecnología, de acuerdo al plan de estudios, es variable, dependiendo del tipo de asignatura o actividad académica curricular o extra-curricular.

La evaluación del aprendizaje de los alumnos, ocurre:

1. A través de exámenes escritos donde se incluyen los conceptos de las asignaturas obligatorias. Se buscará que los exámenes escritos involucren también preguntas para problemas especiales basados en los conceptos aprendidos, y donde los alumnos discuten posibilidades y estrategias de solución a partir de los temas estudiados de los contenidos temáticos curriculares.
2. A través de discusiones guiadas en las unidades de aprendizaje optativas, en las que los alumnos tienen que involucrarse leyendo críticamente el material bibliográfico propuesto y analizando nuevas posibilidades de desarrollo de la temática expuesta. Es común también que para las unidades de aprendizaje optativas, se solicite a los alumnos un ensayo de extensión variable, en el que puedan resumir las partes relevantes del tópico, así como las ideas novedosas analizadas durante el curso, o bien problemas especiales relacionados con el curso. La profundidad del análisis, la revisión de bibliografía extra, lo novedoso de los planteamientos y detalles de la escritura científica, son tomados en cuenta para la calificación final.
3. A través de discusiones guiadas en los seminarios (generales y de grupo), en las que los alumnos tienen que involucrarse para completar su formación profesional mediante la apertura hacia otras áreas del conocimiento de la Biotecnología. La evaluación se llevará a cabo conforme a lo establecido en el Artículo 54 del Reglamento General de Estudios de Posgrado.
4. A través de experiencias prácticas de acuerdo a los talleres impartidos. La evaluación implica la comprensión de técnicas específicas así como los conceptos básicos involucrados, las ventajas y desventajas, posibles alternativas y modificaciones y la ejecución de las mismas en la solución de problemas prácticos.
5. A través de exámenes tutorales semestrales para supervisar los avances en las investigaciones que realizan los alumnos de posgrado. En estos exámenes, los alumnos de posgrado presentan los resultados de sus investigaciones ante un comité tutorial seleccionado *ad hoc* que revisa los planteamientos, los problemas en el desarrollo del trabajo, la comprensión de conceptos relacionados con la investigación y la calidad de los reportes escritos de los avances. Estos exámenes son muy importantes, pues el comité tutorial decide cuándo los objetivos del trabajo han sido cumplidos dentro de los límites de tiempo y concluir la

investigación, cuándo realizar modificaciones pertinentes a objetivos particularmente difíciles de conseguir.

6. A través de un examen final de grado donde el candidato demuestre los conocimientos adquiridos por medio de la defensa oral de su trabajo de investigación publicado en forma de tesis.

## **10. MECANISMOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO**

### **10.1 Requisitos de ingreso.**

1. Haber concluido los estudios de la Licenciatura, con un promedio mínimo de 8.0 (ocho) o su equivalente (requisitos CONACyT-UAEM).
2. Aprobar el curso propedéutico<sup>5</sup>.
3. Contar con la aprobación del comité de admisión con base en los resultados obtenidos en el proceso de admisión.
4. Presentar la siguiente documentación:
  - a) Solicitud de admisión (debidamente llenada) proporcionada en la oficina de Posgrado.
  - b) Copia del acta de nacimiento.
  - c) 3 Fotografías tamaño infantil.
  - d) Copia de la CURP.
  - e) Copia de la identificación con fotografía y firma del solicitante (Pasaporte o IFE)
  - f) Comprobante de domicilio.
  - g) Copia del comprobante de pago.
  - h) Currículum Vitae (con copia de documentos probatorios)
  - i) Título profesional, certificado de estudios (de los estudios precedentes) o constancia del trámite de certificado de estudios<sup>6</sup>. En caso de que el certificado no indique el promedio general deberá anexarse una constancia oficial emitida por la institución de egreso indicando el porcentaje de los créditos cubiertos y promedio general obtenido.
  - j) Carta de exposición de motivos y el compromiso de dedicación de tiempo completo a los estudios de posgrado (ver carta compromiso CONACYT).
  - k) Dos cartas de recomendación (académicas).
  - l) Demostrar conocimiento suficiente del idioma español, cuando no sea la lengua materna del aspirante.

---

<sup>5</sup>El curso propedéutico tendrá como finalidad seleccionar a los aspirantes con base en su desempeño en cuanto a capacidad crítica, compromiso y responsabilidad. El curso tendrá una duración de una semana y se implementará por una comisión académica conformada por profesores del posgrado.

<sup>6</sup>En caso de extranjeros, el título y el certificado de calificaciones deberán estar traducidos al español y legalizados (apostillados) por vía diplomática. Copia del permiso migratorio FM3 para realizar estudios en México.

Una vez evaluados todos los requisitos, la Comisión Académica decidirá su aceptación al programa.

### **10.2 Requisitos de egreso.**

1. Cubrir los créditos establecidos en el plan de estudios.
2. Realizar un trabajo experimental, un diseño de bioprocesos o uno de bioinformática, dentro de las líneas de investigación del CEIB.
3. Cubrir los trámites administrativos establecidos por la UAEM.
4. Presentar los resultados de su trabajo de tesis de forma oral (examen de grado) y escrita.
5. Aprobar el examen oral para la obtención del grado<sup>7</sup>.

### **10.3 Permanencia.**

Los alumnos deberán conducirse con probidad y respeto con todos los miembros de la comunidad universitaria, así como hacia las instalaciones y el trabajo de sus compañeros.

Para permanecer en el programa, los alumnos sólo pueden obtener una calificación reprobatoria en una de las unidades de aprendizaje obligatorias, optativas, seminarios de investigación o evaluación otorgada por el Comité Tutorial.

Para el caso específico de las unidades de aprendizaje obligatorias de elección, el estudiante y el tutor deberán seleccionar al principio del semestre las dos unidades de aprendizaje que mejor convengan y apoyen la formación del estudiante. Si se elige un tercer curso de aquellos enlistados como obligatorios de elección, éste será considerado como un curso optativo. En caso de reprobación, tendrá la opción de cursarla nuevamente y necesariamente aprobarla. No se podrá cursar una materia diferente a aquella seleccionada al principio del semestre.

La calificación mínima aprobatoria para las unidades de aprendizaje, seminarios y **seminarios de investigación** será de acuerdo al Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM vigente. La calificación del seminario de investigación será discutida y asignada colegiadamente por un comité tutorial designado *ex profeso*.

Deberá acreditar el examen de comprensión de lectura del idioma inglés de acuerdo con lo establecido en el Reglamento General de Estudios de Posgrado vigente.

---

<sup>7</sup>A criterio del Comité tutorial el alumno podrá obtener su grado a través de un examen general de conocimientos relacionado con el área de su trabajo de investigación.

#### 10.4 Causas de baja.

Los estudiantes causarán baja de asignatura, semestral o definitiva de acuerdo con los lineamientos del capítulo IV, artículo 85 del Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM, particularmente por incumplimiento de las actividades académicas contempladas en este plan de estudios.

Además son motivos de baja definitiva:

1. Cuando el alumno incurra en faltas que dañen la integridad física, moral y de ética profesional de la comunidad del CEIB.
2. Cuando de manera deliberada afecten la infraestructura física del CEIB.

### 11. TRANSICIÓN CURRICULAR

La reestructuración del plan de estudios de la Maestría en Biotecnología, permite una transición ágil de los estudiantes que están cursando el plan vigente, debido a lo siguiente:

1. Conservación del número de unidades de aprendizaje obligatorias y optativas.
2. Contenidos temáticos similares pero actualizados (para el caso de las unidades de aprendizaje obligatorias).
3. No existe seriación entre las diferentes materias.
4. Se conserva el mismo número de créditos.
5. No representa dificultad para aquellos estudiantes rezagados o en tránsito del plan de estudios vigente al propuesto.

El cuadro 8 muestra una comparación entre el plan de estudios vigente y la nueva propuesta. También se observa los créditos en ambos planes.

**Cuadro 8.** Comparación entre el plan de estudios de la Maestría en Biotecnología vigente y la propuesta de reestructuración.

PLAN VIGENTE		PROPUESTA DE REESTRUCTURACIÓN	
ACTIVIDADES	Créditos	ACTIVIDADES	Créditos
Dos unidades de aprendizaje obligatorias (teóricas)	24	Dos unidades de aprendizaje obligatorias (teóricas)	24
Dos unidades de aprendizaje optativas (teóricas)	12	Dos unidades de aprendizaje optativas (teóricas)	12

Seis seminarios (teóricos)	12	Cuatro seminarios (teóricos)	8
Seis Seminarios de Investigación (práctica)	36	Cuatro Trabajos experimentales* (práctica)	48
Elaboración de tesis (práctica)	8	--	--
<b>Total</b>	<b>92</b>		<b>92</b>

\*antes Seminarios de Investigación

## 12. OPERATIVIDAD Y VIABILIDAD DEL PLAN DE ESTUDIOS

De acuerdo con criterios nacionales e internacionales, un posgrado debe ser sustentado en diferentes aspectos para asegurar su viabilidad, los cuales incluyen los siguientes:

1. La estructura de la organización operativa del posgrado.
2. La infraestructura académica (recursos materiales y humanos).
3. Los procesos administrativos.
4. Fuentes de financiamiento para su operación.

### 12.1 Estructura de la organización operativa.

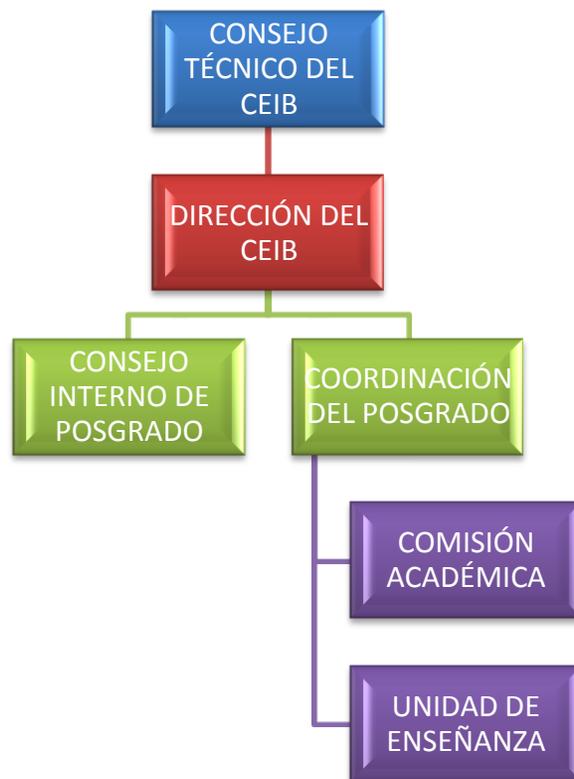
En la Figura 2 se observa el diagrama general de la organización operativa de la Maestría en Biotecnología. Este diagrama surge por la necesidad de establecer las reglas básicas de operación, las cuales son acordes con el Reglamento General de Estudios de Posgrado. A continuación se describen las atribuciones de cada parte de esta estructura.

**El Consejo Interno de Posgrado:** órgano colegiado encargado de impulsar y desarrollar los programas de investigación y posgrado y será integrado como lo marca el mismo Reglamento. Este Consejo sesionará de manera ordinaria por lo menos tres veces al año, tomará sus decisiones por mayoría de votos y el quórum se integrará con la mitad más uno de sus integrantes. Las funciones serán:

1. Analizar las propuestas de nuevos planes y programas de estudio, y las modificaciones de los existentes
2. Promover el desarrollo de los programas institucionales en Investigación y Posgrado.
3. Coordinar y desarrollar proyectos de Investigación y Posgrado.
4. Opinar sobre los casos referidos en los artículos 80 y 89 del Reglamento General de Estudios de Posgrado y sobre los merecimientos académicos de los profesores.

**La Coordinación del Posgrado:** recaerá en un profesor miembro de la Comisión Académica y será designado propuesto por la Dirección del CEIB al Rector de la UAEM, tal y como lo establece el Reglamento General de Estudios de Posgrado, en su Capítulo II, título octavo.

**La Comisión Académica,** está integrada por cinco miembros: el Secretario Académico del CEIB, el Coordinador de la Maestría en Biotecnología, el Responsable de la Unidad de Enseñanza y dos miembros más electos de entre los profesores del posgrado. La duración de estos últimos miembros en la Comisión será de dos años, a partir de la fecha de su elección; tal y como lo establece el Reglamento General de Estudios de Posgrado, en su Capítulo IV, título II, Artículo 20. Estas comisiones serán ratificadas por el Director del CEIB y sus funciones serán las siguientes:



**Figura 2.** Diagrama de la organización operativa de la Maestría en Biotecnología

1. Vigilar el desempeño académico de todos los alumnos de la maestría desde su ingreso hasta la obtención del grado.
2. Nombrar y vigilar que se lleven a cabo convocatorias de ingreso, comités de admisión, entrevistas, trámites de inscripción, pagos y exámenes de admisión de los aspirantes.
3. Asignar oficialmente a los alumnos con los tutores, una vez que ambas partes están de acuerdo en la realización de un proyecto de trabajo específico.

4. De común acuerdo con el tutor principal, a cada alumno le asignará oficialmente un comité tutorial.
5. Vigilar de común acuerdo con el tutor principal que se programe la presentación oportuna de los exámenes tutorales.
6. Atender a peticiones de carácter académico de alumnos y profesores, y actuar como órgano de mediación entre las partes en caso de conflicto.
7. Hacer sugerencias de índole académico a alumnos y profesores del posgrado.
8. De común acuerdo con el tutor principal, nombrar al jurado revisor de tesis y de examen de grado, una vez que el alumno da por terminados sus estudios.
9. En casos académicos relacionados con la maestría que no estén contemplados en el Plan de Estudios o en el Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM, la Comisión Académica los analizará y presentará una propuesta de solución al Consejo Interno de Posgrado quien será la instancia interna para su resolución final.
10. Realizar el seguimiento de las actividades profesionales de los egresados del Programa.

La **Unidad de Enseñanza** del CEIB, es la responsable de apoyar a los estudiantes con los trámites administrativos del posgrado. Esta unidad es la responsable de trámites de registro, inscripción, colegiaturas, actas, informes generales del programa, horarios, asignación de espacios para las unidades de aprendizaje, trámites para la solicitud de certificados y para los exámenes de grado. La persona responsable de la Unidad de Enseñanza del CEIB, es propuesta por el Director del Centro ante el Rector para su nombramiento final.

## **12.2 Infraestructura académica (recursos humanos e infraestructura física).**

Los recursos humanos que darán atención a la Maestría en Biotecnología, son aquellos Profesores-Investigadores de tiempo completo (PTCs) adscritos al Centro de Investigación en Biotecnología. Estos PTCs son considerados como el **núcleo académico básico**, directamente involucrados en la formación de recursos humanos de este posgrado.

### **12.2.1 Perfil del profesorado.**

Que sean académicos con reconocido prestigio en el área y que cumplan con el siguiente perfil:

- 1) Que cuenten como mínimo con el grado correspondiente al nivel que otorga el programa.
- 2) Experiencia en la formación de recursos humanos.
- 3) Reconocimiento del Perfil Deseable (PROMEP).

- 4) Tener la capacidad para formular propuestas de investigación y someterlas a evaluación para obtener financiamiento.
- 5) De preferencia ser miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI).
- 6) Los profesores deben estar realizando investigación experimental.

### **12.2.2 Cuerpos académicos participantes en la Maestría en Biotecnología.**

Específicamente en el Centro de Investigación en Biotecnología, los PTCs están organizados en cinco Cuerpos Académicos (CA), cuatro con adscripción al CEIB y uno de la Facultad de Farmacia, los cuales se encuentran debidamente registrados ante la SEP. Los CA adscritos al CEIB se describen a continuación:

#### **Productos Naturales.**

Tiene como objetivos primordiales realizar proyectos de investigación y desarrollo biotecnológico orientados a la utilización y conservación de los recursos naturales renovables del país, así como a la formación de recursos humanos especializados que puedan fortalecer los programas de investigación de la propia UAEM. Este CA es multiDES, ya que cuenta con integrantes de otras unidades académicas, tales como el Centro de Investigaciones Químicas y la Facultad de Farmacia de la UAEM. Los integrantes del Laboratorio de Investigación en Plantas Medicinales están integrados a este CA.

#### **Bioquímica Ambiental.**

Tiene como objetivos principales la investigación y desarrollo de productos naturales, con el objeto de determinar su potencial uso biotecnológico, mediante un estudio integral que comprenda las áreas de biología molecular, bioquímica y farmacología; aprovechando la formación de los integrantes de este CA. Asimismo, el poder establecer bioprocesos (con la utilización de organismos) que permitan prevenir y/o solucionar problemas ambientales y de salud. En este contexto se pretende contribuir también en la formación de recursos humanos especializados y al fortalecimiento de la investigación básica y aplicada en el área de la Biotecnología Ambiental. Los integrantes de este CA desarrollan su trabajo de investigación en los laboratorios de Biotecnología Ambiental, de Neurofarmacología y de Botánica Estructural.

#### **Gestión y Bioprocesos Ambientales.**

Tiene como objetivo desarrollar LGAC orientadas al tratamiento biotecnológico de residuos, así como la biorremediación de sitios

contaminados con xenobióticos; actividad biológica de compuestos antropogénicos y el desarrollo de biocombustibles. Su misión también incluye la formación de recursos humanos a nivel de licenciatura, maestría y doctorado dentro de las líneas de investigación ya mencionadas. Los integrantes de este CA desarrollan su trabajo de investigación en el Laboratorio de Investigaciones Ambientales y en el de Biología Molecular de Hongos del CEIB.

### **Entomología y Fitopatología.**

Tiene como objetivo desarrollar LGACs orientadas al uso de enemigos naturales para el control de plagas. El trabajo de investigación de este CA se desarrolla en los laboratorios de Estructura-Función e Ingeniería de Proteínas y Control Biológico del CEIB.

### **12.3 Profesores externos.**

En el programa de posgrado también pueden participar Profesores externos, mismos que forman parte de comités tutorales y de co-asesorías de los trabajos de tesis. Para su participación en co-asesorías, es necesario que un Profesor del Núcleo Académico Básico participe como asesor principal.

### **12.4 Infraestructura.**

El CEIB cuenta con equipo de investigación propio de cada laboratorio, así como de equipo de uso común. En conjunto, a continuación se menciona el principal equipo existente.

Cromatógrafos de gases, HPLCs equipados con diferentes detectores, un cromatógrafo de gases acoplado a espectrómetro de masas, espectrofotómetro de absorción atómica, espectrofotómetros UV, liofilizadoras, fermentadores de diferentes volúmenes, PCRs, ultracentrífuga, centrífugas, ultracongelador, incubadores de ambiente controlado, estufas incubadoras, campanas extractoras, campanas de flujo laminar, refrigeradores, cuarto de cultivo, cuarto de crecimiento de plantas, cuarto de revelado, desionizador, cuarto para biorreactores, cuarto frío y autoclaves, por mencionar los más importantes.

Cuenta además con un centro de cómputo que proporciona el servicio a los estudiantes del posgrado. Este centro cuenta con 12 computadoras conectadas a internet, además de los servicios básicos como impresoras, escáneres y copiadoras.

El CEIB también ha logrado mantener una biblioteca que proporciona el servicio a profesores y estudiantes del Posgrado. A la fecha se cuenta con

más de 2500 libros del área de Biotecnología. Para poder impartir las unidades de aprendizaje de forma más práctica, el CEIB cuenta con proyectores y computadoras que permiten estar al día en cuanto a la modalidad didáctica, así como en el uso de software en el área de la Biotecnología.

### **12.5 Recursos físicos.**

El CEIB es un edificio con 1500 m<sup>2</sup> de construcción, en el cual están incluidos 9 laboratorios de investigación y un laboratorio destinado exclusivamente a la Docencia, el cual es operado entre la Facultad de Ciencias Biológicas y el CEIB. En este Laboratorio se comparte la infraestructura para apoyar prácticas de laboratorio de la licenciatura, pero mayormente los trabajos de investigación de los estudiantes del posgrado.

Asimismo se han adaptado diferentes espacios especializados tales como: cuartos de crecimiento con temperatura y fotoperiodo controlado para el cultivo de plantas *in vitro*, cuarto de revelado, cuarto frío, espacios de uso común para equipo de laboratorio y un espacio para biorreactores.

Además, en el CEIB se cuenta con salones de clase diseñados y adaptados especialmente para impartir las unidades de aprendizaje del posgrado, así como de licenciatura. Los salones cuentan con el mobiliario para tal fin. Asimismo, se cuenta con una sala audiovisual con cabida para 60 personas, donde se llevan a cabo semanalmente, seminarios que se comparten entre la comunidad académica del Centro.

### **12.6 Procesos administrativos.**

Este apartado tiene como finalidad aclarar los procesos administrativos que se realizan para operar la Maestría en Biotecnología. Estos incluyen a los profesores y estudiantes, así como a aquellos cuerpos colegiados que son responsables del mismo.

#### **12.6.1 De la selección de las unidades de aprendizaje por el estudiante.**

El alumno seleccionará las unidades de aprendizaje optativas que desee llevar dentro o fuera de la UAEM, que estén relacionadas con su trabajo experimental y siempre con el aval de su tutor.

### **12.6.2 Procedimiento para la integración de Comités Tutorales y Exámenes Tutorales.**

1. Al inicio de los estudios de maestría, el alumno elegirá su tutor principal, con visto bueno de la Comisión Académica, donde realizará el trabajo de investigación que constituirá su tesis de grado. De este grupo de investigación se elegirá el tutor principal, previo visto bueno del jefe de grupo del laboratorio.
2. La Comisión Académico, a propuesta del tutor principal, designará al Comité Tutorial del alumno, que deberá estar conformado por cinco investigadores, de ellos, al menos tres investigadores adscritos al programa de posgrado. En casos especiales, un alumno podrá tener co-tutoría de otro investigador, previo análisis y autorización de la Comisión Académico. El asesor o director de tesis formará parte de este Comité Tutorial.
3. El proyecto de investigación será preparado bajo la supervisión del tutor principal, quien fungirá como director de tesis. El proyecto deberá incluir título, introducción, justificación, planteamiento del problema, objetivos e hipótesis, estrategia experimental, bibliografía y cronograma de actividades.
4. El alumno presentará como mínimo cuatro exámenes tutorales durante la maestría.
5. Las actas de evaluación serán únicas y deberán evaluar con calificación numérica cada uno de los rubros señalados en el apartado de “criterios de evaluación”.
6. Se podrá solicitar cambio de proyecto bajo la dirección del mismo tutor, hasta el segundo semestre, previo visto bueno de la Comisión Académica.
7. El Comité Tutorial será la autoridad máxima a la que el alumno deberá responder académicamente en todo lo relacionado a su trabajo de investigación. Las funciones fundamentales del Comité Tutorial incluyen:
  - a) Apoyar y asesorar al alumno en la elaboración de su trabajo de tesis.
  - b) Calificar el desempeño académico referente al trabajo de tesis del alumno durante el periodo correspondiente, en escala de 1 a 10, siendo la calificación mínima aprobatoria 8 en todos los casos.

- c) Reunirse con el alumno de forma oficial, al menos en los periodos asignados para la realización de exámenes tutorales.
- d) Otorgar el visto bueno al trabajo cuando este se encuentre debidamente terminado para que el alumno proceda a la obtención de grado
- e) El Comité Tutorial podrá recomendar un mayor número de exámenes tutorales sin valor curricular.

Las responsabilidades del alumno incluyen:

- b) Concertar las fechas y horarios para la presentación de los exámenes tutorales con todos los miembros del Comité Tutorial.
- c) Entregar un documento escrito a los miembros del Comité Tutorial, al menos una semana antes de la fecha concertada para el examen. El documento deberá estar firmado por el Tutor principal.
- d) Presentar oralmente los exámenes tutorales en las fechas programadas.
- e) Discutir permanentemente el trabajo académico con los tutores, tanto en forma colegiada como individual.
- f) Para cualquier cambio en las fechas programadas para la presentación del examen tutorial, el alumno deberá presentar una justificación por escrito dirigida a la Comisión Académica con el visto bueno del tutor principal.
- g) En casos de incumplimiento, se aplicará lo previsto en la sección “criterios de evaluación” descrita más abajo y en el Reglamento General de Estudios de Posgrado.
- h) Para la presentación de un examen tutorial, deberán estar presentes al menos tres de los miembros del comité designado previamente.

Los **criterios de evaluación** serán los siguientes:

- a) Resultados en el trabajo de investigación.
- b) Presentación oral, manejo de la información, análisis de los resultados y capacidad crítica.
- c) Presentación del informe escrito actualizado especificando los logros obtenidos en el semestre correspondiente.

### **12.6.3 Procedimiento para la resolución de apelaciones.**

Las apelaciones serán dirigidas a la Comisión Académica y se discutirán los procedimientos en función de la legislación universitaria, y del reglamento del Centro de Investigación en Biotecnología. Este procedimiento se turnará al Consejo Interno de Posgrado para su ratificación. La resolución es inapelable y será notificada a los interesados.

### **12.7 Fuentes de financiamiento para su operación.**

El financiamiento para la operación del posgrado proviene de diferentes fuentes. El trabajo experimental de cada estudiante, es financiado por proyectos específicos insertados en las líneas de investigación del CEIB, los cuales son financiados por la gestión de los jefes de laboratorio. El financiamiento proviene de diferentes fuentes como del CONACYT, PIFI y de algunas empresas privadas.

## **13. SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR**

La Comisión Académica coordinará la evaluación Curricular y actualización de los contenidos temáticos de los cursos obligatorios y optativos. Esta evaluación se llevará a cabo bianualmente en conjunto con la comunidad académica del posgrado.

# **UNIDADES DE APRENDIZAJE**

**NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:**

**Bioestadística**

**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE POR COMPETENCIAS**

**I. IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

<b>CENTRO/UNIDAD ACADÉMICA:</b> Centro de Investigación en Biotecnología, DES Ciencias Naturales, Universidad Autónoma del Estado de Morelos								
<b>PROGRAMA EDUCATIVO:</b> Maestría en Biotecnología					<b>ACADEMIA LOCAL A LA QUE PERTENECE:</b>			
<b>FECHA DE APROBACIÓN POR LOS H. H.:</b> <b>CONSEJO TÉCNICO:</b> <b>COMITÉ ACADÉMICO DE ÁREA:</b> <b>CONSEJO UNIVERSITARIO:</b>					<b>PROGRAMA ELABORADO POR:</b> Dr. Víctor Manuel Hernández Dr. Antonio Castillo Gutiérrez			
<b>NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:</b> Bioestadística			<b>CICLO:</b>	<b>SEMESTRE:</b>	<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b> Noviembre 2012 <b>FECHA DE REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN:</b>			
<b>Clave</b>	<b>Teoría H/S/M</b>	<b>Prácticas H/S/M</b>		<b>Créditos</b>	<b>Tipo de Unidad de aprendizaje</b>	<b>Carácter de la Unidad de Aprendizaje</b>	<b>Núcleo de formación</b>	<b>Modalidad</b>
	5	2		12	Teórico - práctico	Obligatorio	Básico	Presencial
<b>Prerrequisitos</b>			<b>Unidad(es) de aprendizaje antecedente</b>			<b>Unidad(es) de aprendizaje consecuentes</b>		
<b>Programas Académicos en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología								

## II.PRESENTACIÓN

La investigación científica, hacia dónde se dirige este curso, se inicia a partir de preguntas concretas y la o las respuestas que se den a estas, genera un sinnúmero de datos que requieren un ordenamiento y un análisis razonado. La investigación cumple, generalmente, con dos propósitos fundamentales: a) producir conocimiento y teorías (investigación básica), y b) resolver problemas prácticos (investigación aplicada). En ambos casos, el análisis de datos es de primordial importancia para derivar conclusiones objetivas. Las herramientas que aquí se aprendan, permitirán al estudiante organizar objetivamente su protocolo de investigación, estableciendo las preguntas adecuadas para dar solución a problemas biotecnológicos y obtener conclusiones razonables basadas en mediciones y datos tangibles generados de la experimentación y observación.

## III.LINEAMIENTOS DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

DOCENTE	ALUMNO
<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentar y cumplir con el programa en su totalidad, en los tiempos establecidos.</li><li>• Asistencia al 100% de las sesiones.</li><li>• Propiciar la disciplina, orden y organización de la clase.</li><li>• Utilizar el equipo y material bibliográfico aunado a técnicas didáctico-pedagógicas necesarias y acordes en la impartición de la clase.</li><li>• Evaluar el trabajo en las fechas estipuladas, informando oportunamente los resultados parciales y finales.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Asistencia al 80% del curso.</li><li>• Puntualidad.</li><li>• Entrega oportuna de los trabajos usando los medios bibliográficos y medio gráficos necesarios, respetando en todo momento el derecho de autor de las fuentes.</li><li>• Participar con disciplina y orden y lograr el máximo aprovechamiento académico.</li><li>• Actuar con respeto hacia el docente, el grupo y la institución y el espacio.</li></ul>

#### IV. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Al finalizar la unidad de aprendizaje el estudiante contará con los criterios para establecer hipótesis de trabajo y selección de tipos de mediciones y análisis de datos que le permitan obtener conclusiones validadas por conceptos, terminología y procedimientos estandarizados de la estadística inferencial.

V. COMPETENCIAS PROFESIONALES	VI. CONTRIBUCIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE AL PERFIL DE EGRESO
<p>9. Manejar conceptos actuales de las ciencias básicas que inciden en el campo de la Biotecnología.</p> <p>10. Manejar de manera crítica la información científica y/o técnica relativa a la Biotecnología, de fuentes especializadas de actualidad.</p> <p>11. Poseer habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada que incidan en la solución de problemas ambientales, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.</p> <p>12. Poseer habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada en el área de productos naturales, que incidan en la industria, agricultura y salud, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Manejar conceptos actuales de las ciencias básicas que inciden en el campo de la Biotecnología.</li><li>• Manejar de manera crítica la información científica y/o técnica relativa a la Biotecnología, de fuentes especializadas de actualidad.</li><li>• Habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada que incida en la solución de problemas ambientales y productos naturales, con un enfoque biotecnológico, humanístico y ético.</li></ul>

## VII. ÁMBITOS DE DESEMPEÑO

- Actividades en el Aula
- Prácticas en computo

## VIII. ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

UNIDADES DE COMPETENCIA / CONTENIDOS	SECUENCIA TEMÁTICA
I. Estadística descriptiva.	1.1 Variables 1.2 Población y muestra 1.3 Medidas de tendencia central 1.4 Dispersión y variabilidad
II. Probabilidad.	2.1 Elementos de probabilidad 2.2 Distribución Binomial 2.3 Distribución Poisson 2.4 Distribución Normal
III. Inferencia Sobre una y dos poblaciones (Pruebas Paramétricas y Noparamétricas).	3.1 Prueba de una muestra, intervalo de confianza. 3.3 Prueba de hipótesis de dos muestras independientes 3.4 Prueba de hipótesis de dos muestras dependientes.
IV. Diseños experimentales (Pruebas Paramétricas y Noparamétricas)	4.1 Diseño completamente al azar 4.2 Diseño bloques al azar 4.3 Diseño cuadro latino 4.4 Prueba de Kruskal y Wallis 4.5 Prueba de Friedman
V. Comparación múltiple de medias y contrastes ortogonales.	5.1 Prueba de Tukey 5.2 Prueba DMS 5.3 Contrastes ortogonales 5.4 Pruebas no paramétricas  6.1 Análisis de regresión 6.2 Análisis de correlación

VI. Asociación de dos variables.	7.1 Experimentos Factoriales 7.2 Parcelas divididas
VII Arreglos de tratamientos (Parcelas Divididas y Factoriales).	

### IX. DESARROLLO DE CADA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA</b> Conocer, entender, comprender .
--

UNIDAD DE COMPETENCIA I Estadística descriptiva.	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
1.1 Variables 1.2 Población y muestra 1.3 Medidas de tendencia central 1.4 Dispersión y variabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información.</li> <li>• Habilidad para el trabajo en forma colaborativa</li> <li>• Capacidad de expresión y comunicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoración y respeto por el entorno.</li> <li>• Compromiso ético.</li> <li>• Integridad, respeto y equidad.</li> </ul>

<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Debate</li> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> </ul>	<b>Tiempo destinado:</b> 6 Horas Teóricas 4 Horas Práctica
---	---	--

### EVALUACIÓN

Criterios de desempeño	Productos o Evidencias
<b>EL ALUMNO:</b> Conoce y comprende las propiedades descriptivas de una población	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen escrito (evalúa el razonamiento y pensamiento crítico).</li> <li>• Presentación de análisis estadísticos de poblaciones</li> </ul>

### PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA

Conocer, entender, comprender

UNIDAD DE COMPETENCIA II	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
Probabilidad.  2.1 Elementos de probabilidad 2.2 Distribución Binomial 2.3 Distribución Poisson 2.4 Distribución Normal	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información.</li> <li>• Habilidad para el trabajo en forma colaborativa</li> <li>• Capacidad de expresión y comunicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoración y respeto por el entorno.</li> <li>• Compromiso ético.</li> <li>• Integridad, respeto y equidad.</li> </ul>

<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> </ul>	<b>Tiempo destinado:</b> 6Horas teóricas 2 Horas práctica
<b>EVALUACIÓN</b>		
<b>Criterios de desempeño</b>	<b>Productos o Evidencias</b>	
<b>EL ALUMNO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende las características de las distribuciones y probabilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen escrito (evalúa el razonamiento y pensamiento crítico).</li> <li>• Presentación de análisis estadísticos de poblaciones</li> </ul>	
<b>PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA</b> Conocer, entender, comprender		

<b>UNIDAD DE COMPETENCIA III</b> Inferencia Sobre una y dos poblaciones (Pruebas Paramétricas y Noparamétricas).  3.1 Prueba de una muestra, intervalo de confianza. 3.3 Prueba de hipótesis de dos muestras independientes 3.4 Prueba de hipótesis de dos muestras dependientes.	<b>ELEMENTOS DE COMPETENCIA</b>		
	<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes y Valores</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información.</li> <li>• Habilidad para el trabajo en forma colaborativa</li> <li>• Capacidad de expresión y comunicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoración y respeto por el entorno.</li> <li>• Compromiso ético.</li> <li>• Integridad, respeto y equidad.</li> </ul>

<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> </ul>	<b>Tiempo destinado:</b> 6Horas teóricas 4 Horas práctica
<b>EVALUACIÓN</b>		
<b>Criterios de desempeño</b>	<b>Productos o Evidencias</b>	
<b>EL ALUMNO:</b> Toma conciencia del porque y cuando utilizar pruebas de hipótesis para comparar dos poblaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen escrito (evalúa el razonamiento y pensamiento crítico).</li> <li>• Presentación de análisis estadísticos de poblaciones</li> </ul>	

<b>UNIDAD DE COMPETENCIA IV</b>	<b>ELEMENTOS DE COMPETENCIA</b>		
	<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes y Valores</b>
Diseños experimentales(Pruebas Paramétricas y Noparamétricas)  4.1 Diseño completamente al azar 4.2 Diseño bloques al azar 4.3 Diseño cuadro latino 4.4 Prueba de Kruskal y Wallis 4.5 Prueba de Friedman	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información.</li> <li>• Habilidad para el trabajo en forma colaborativa</li> <li>• Capacidad de expresión y comunicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoración y respeto por el entorno.</li> <li>• Compromiso ético.</li> <li>• Integridad, respeto y equidad.</li> </ul>

<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> </ul>	<b>Tiempo destinado:</b> 6Horas teóricas 4 Horas práctica
<b>EVALUACIÓN</b>		
<b>Criterios de desempeño</b>	<b>Productos o Evidencias</b>	
<b>EL ALUMNO:</b> Toma conciencia del porque y cuando utilizar pruebas de hipótesis para comparar tres o más poblaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen escrito (evalúa el razonamiento y pensamiento crítico).</li> <li>• Presentación de análisis estadísticos de poblaciones</li> </ul>	
<b>PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA</b> Conocer, entender, comprender		

<b>UNIDAD DE COMPETENCIA V</b>	<b>ELEMENTOS DE COMPETENCIA</b>		
	<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes y Valores</b>
Comparación múltiple de medias y contrastes ortogonales.  5.1 Prueba de Tukey 5.2 Prueba DMS 5.3 Contrastes ortogonales 5.4 Pruebas no paramétricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información.</li> <li>• Habilidad para el trabajo en forma colaborativa</li> <li>• Capacidad de expresión y comunicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoración y respeto por el entorno.</li> <li>• Compromiso ético.</li> <li>• Integridad, respeto y equidad.</li> </ul>

<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> </ul>	<b>Tiempo destinado:</b> 5Horas teóricas 4 Horas práctica
<b>EVALUACIÓN</b>		
<b>Criterios de desempeño</b>	<b>Productos o Evidencias</b>	
<b>EL ALUMNO:</b> Comprende cuando, como y porque utilizar comparaciones múltiples para separar poblaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen escrito (evalúa el razonamiento y pensamiento crítico).</li> <li>• Presentación de análisis estadísticos de poblaciones</li> </ul>	
<b>PROPOSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA</b> Conocer, entender, comprender		

<b>UNIDAD DE COMPETENCIA VI</b>	<b>ELEMENTOS DE COMPETENCIA</b>		
	<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes y Valores</b>
Asociación de dos variables.  6.1 Análisis de regresión 6.2 Análisis de correlación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información.</li> <li>• Habilidad para el trabajo en forma colaborativa</li> <li>• Capacidad de expresión y comunicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoración y respeto por el entorno.</li> <li>• Compromiso ético.</li> <li>• Integridad, respeto y equidad.</li> </ul>

<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> </ul>	<b>Tiempo destinado:</b> 5Horas teóricas 4 Horas práctica
<b>EVALUACIÓN</b>		
<b>Criterios de desempeño</b>	<b>Productos o Evidencias</b>	
<b>EL ALUMNO:</b> Comprende cuando, como y porque utilizar los métodos de análisis de asociación entre variables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen escrito (evalúa el razonamiento y pensamiento crítico).</li> <li>• Presentación de análisis estadísticos de poblaciones</li> </ul>	
<b>PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA</b> Conocer, entender, comprender		

UNIDAD DE COMPETENCIA VII	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Arreglos de tratamientos (Parcelas Divididas y Factoriales).  7.1 Experimentos Factoriales 7.2 Parcelas divididas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información.</li> <li>• Habilidad para el trabajo en forma colaborativa</li> <li>• Capacidad de expresión y comunicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoración y respeto por el entorno.</li> <li>• Compromiso ético.</li> <li>• Integridad, respeto y equidad.</li> </ul>

<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> </ul>	<b>Tiempo destinado:</b> 6Horas teóricas 4 Horas práctica
<b>EVALUACIÓN</b>		
<b>Criterios de desempeño</b>	<b>Productos o Evidencias</b>	
<b>EL ALUMNO:</b> Comprende la necesidad de utilizar arreglos especiales en el diseño y análisis de experimentos biotecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen escrito (evalúa el razonamiento y pensamiento crítico).</li> <li>• Presentación de análisis estadísticos de poblaciones</li> </ul>	
<b>PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA</b> Conocer, entender, comprender		

### IX. EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN RECOMENDADA

EXAMEN 1er PARCIAL: 30% EXAMEN 2do PARCIAL: 30 % ,PRACTICAS : 40%  <p style="text-align: center;"><b>TOTAL: 100%</b></p>
--

### X. BIBLOGRAFÍA

<b>BÁSICA</b>	<b>COMPLEMENTARIA</b>
Zar, J. H. 2010. Biostatisticalanalysis. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, EstadosUnidos. 944 p.	DANIEL, Wayne. 1998. BIOESTADÍSTICA: BASE PARA EL ANÁLISIS DE LAS CIENCIAS DE LA SALUD. UTEHA, Noriega Editores. México.  SIEGEL Sydney y CASTELLAN John. 1988. NONPARAMETRIC STATISTICS

<p>Mcdonald, J. H. 2009. Handbook of biological statistics, University of Delaware, Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland, U.S.A. 311p.</p>	<p>FOR THE BEHAVIORAL SCIENCES. McGraw Hill International Editions. Boston, USA.</p>
<p>COCHRAN, W. G. y COX, G. M. 1987. Diseños experimentales. Ed. Trillas.</p>	<p>WARDLAW, C. 1985. PRACTICAL STATISTICS FOR EXPERIMENTAL BIOLOGISTS. John Wiley &amp; Sons. New York, USA.</p>
<p>Sokal, R. R., y F. J. Rohlf. 1995. Biometry. New York, Estados Unidos, 887 pp.</p>	<p>SHARP, Vicki. 1979. STATISTICS FOR THE SOCIAL SCIENCES. Little, Brown &amp; Company. Boston. USA.</p>

**NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:**

**Bioingeniería**

**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE POR COMPETENCIAS**

**I. IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

<b>CENTRO/UNIDAD ACADÉMICA:</b> Centro de Investigación en Biotecnología								
<b>PROGRAMA EDUCATIVO:</b> Maestría en Biotecnología					<b>ACADEMIA LOCAL A LA QUE PERTENECE:</b> Academia General de Ciencias Naturales			
<b>FECHA DE APROBACIÓN POR LOS H. H.:</b> <b>CONSEJO TÉCNICO:</b> <b>COMITÉ ACADÉMICO DE ÁREA:</b> <b>CONSEJO UNIVERSITARIO:</b>					<b>PROGRAMA ELABORADO POR:</b> Dra. Elba Cristina Villegas Villarreal			
<b>NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:</b> Bioingeniería			<b>CICLO:</b> Básico	<b>SEMESTRE:</b> 1ro y/o 2do	<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b> 12 Octubre 2012 <b>FECHA DE REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN:</b> 30 Noviembre 2012			
<b>Clave</b>	<b>Teoría H/S/M</b>	<b>Prácticas H/S/M</b>		<b>Créditos</b>	<b>Tipo de Unidad de aprendizaje</b>	<b>Carácter de la Unidad de Aprendizaje</b>	<b>Núcleo de formación</b>	<b>Modalidad</b>
	5	2		12	Teórico - práctico	Obligatorio	Básico	Presencial
<b>Prerrequisitos</b>  Comprensión de textos en español (inglés), redacción y lectura.			<b>Unidad(es) de aprendizaje antecedente</b> Curso propedéutico			<b>Unidad(es) de aprendizaje consecuentes</b> Cursos optativos		
<b>Programas Académicos en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología								

## II.PRESENTACIÓN

El curso de Bioingeniería tiene como propósito general brindar al estudiante una visión integral sobre el panorama de esta ciencia y su aplicación a nivel nacional e internacional. Analizando el mercado de los productos biotecnológicos y las empresas principales en México. Abordando y analizando los elementos básicos de un bioproceso, como, diseño, operación y escalamiento.

## III.LINEAMIENTOS DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

DOCENTE	ALUMNO
<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentar y cumplir con el programa en su totalidad, en los tiempos establecidos.</li><li>• Asistencia al 100% de las sesiones.</li><li>• Propiciar la disciplina, orden y organización de la clase.</li><li>• Utilizar el equipo y material bibliográfico aunado a técnicas didáctico-pedagógicas necesarias y acordes en la impartición de la clase.</li><li>• Evaluar el trabajo en las fechas estipuladas, informando oportunamente los resultados parciales y finales.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Asistencia al 80% del curso, para tener derecho a evaluaciones parciales y final.</li><li>• Puntualidad.</li><li>• Entrega oportuna de los trabajos usando los medios bibliográficos y medio gráficos necesarios, respetando en todo momento el derecho de autor de las fuentes.</li><li>• Participar con disciplina y orden y lograr el máximo aprovechamiento académico.</li><li>• Tolerancia de 15 minutos para el acceso a clases.</li><li>• Actuar con respeto hacia el docente, el grupo y la institución y el espacio.</li></ul>

#### IV. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Dotar al estudiante con conocimientos básicos sobre procesos microbiológicos, diseño y operación de fermentadores para la obtención de productos biotecnológicos que puedan aplicarse en áreas de la biotecnológica ambiental, salud, industrial y agrícola.

<b>V. COMPETENCIAS PROFESIONALES</b>	<b>VI. CONTRIBUCIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE AL PERFIL DE EGRESO</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Manejan conceptos actuales de las ciencias básicas que inciden en el campo de la Biotecnología.</li><li>2. Manejan de manera crítica la información científica y/o técnica relativa a la Biotecnología, de fuentes especializadas de actualidad.</li><li>3. Poseen habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada que inciden en la solución de problemas ambientales, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.</li><li>4. Poseen habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada en el área de productos naturales, que inciden en la industria, agricultura y salud, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.</li><li>5. Aplican herramientas biotecnológicas en el desarrollo y/o innovación de procesos industriales.</li><li>6. Transmiten conocimientos del ámbito de la biotecnología de forma oral y escrita.</li><li>7. Tienen la capacidad de incidir en la formación de recursos humanos en el ámbito de la biotecnología en diversos niveles educativos.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El estudiante será capaz de seleccionar y manejar equipo básico, materiales y reactivos y las medidas de seguridad utilizadas en la organización y el manejo de un laboratorio de microbiología</li><li>2. Será capaz de seleccionar y aplicar técnicas en el muestreo, aislamiento, caracterización e identificación de microorganismos basándose en los criterios Morfológicos, Bioquímicos, Inmunológicos y de Biología Molecular empleados en el área de microbiología,</li><li>3. Podrá manejar diferentes procesos de esterilización, cultivo y preservación de microorganismos así como el manejo y disposición de residuos o desechos del laboratorio.</li><li>4. Conocerá el uso del equipo básico de laboratorio, campanas de inoculación, incubadoras, microscopios, autoclave, balanzas, placas de calentamiento, pipetas de repetición, pH, contadores de colonias, espectrofotómetro, etc.</li><li>5. Mediante la revisión de artículos científicos podrá proponer proyectos de investigación</li><li>6. Será capaz de llevar una bitácora de laboratorio, formular preguntas, llevar a cabo discusiones, realizar reportes escritos, presentaciones y discusiones individuales y/o equipo</li></ol>

8. Desarrollan capacidades para realizar trabajo en equipo.	7. Conocer laboratorios certificados gubernamentales, industriales y privados
<b>Aplicables en contexto</b> 1 Capacidad para la toma de decisiones en seleccionar técnicas y procesos microbiológicos 2 Capacidad para desarrollar trabajo participativo y colaborativo 3 Capacidad de convivencia, respeto, solidaridad 4 Sentido de pertenencia 5 Habilidad para determinar áreas de oportunidad con sectores sociales y industriales 6 Habilidad solucionar problemas reales en la industria de biotecnología ambiental, sanitaria, alimentaria y agrícola	1. Integridad profesional 2. Compromiso 3. Honradez 4. Responsabilidad 5. Respeto 6. Justicia 7. Tolerancia

### VII. ÁMBITOS DE DESEMPEÑO

- Actividades en el aula
- Prácticas de Laboratorio
- Prácticas de campo (Toma de muestras ambientales: agua, aire y suelo)
- Visitas a laboratorios certificados e industria

### VIII. ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

UNIDADES DE COMPETENCIA / CONTENIDOS	SECUENCIA TEMÁTICA
1. <b>Introducción a la bioingeniería</b> 2. <b>Panorama de la biotecnología y su aplicación</b> 3. <b>Productos biotecnológicos</b> 4. <b>Elementos básicos de un bioproceso</b> 5. <b>Diseño y esterilización de medios de cultivo</b> 6. <b>Cinética enzimática</b> 7. <b>Crecimiento celular y bacteriano</b>	1. <b>Introducción a la bioingeniería</b> 1.1 Productos tradicionales 1.2 Productos de la nueva tecnología  2. <b>Panorama de la biotecnología y su aplicación</b> 2.1 A nivel Internacional

<ul style="list-style-type: none"> <li><b>8. Producción de metabolitos</b></li> <li><b>9. Diseño, Operación y escalamiento de bioreactores</b></li> <li><b>10. Instrumentación y control</b></li> <li><b>11. Economía de los bioprocesos</b></li> <li><b>12. Problemas a ser resueltos y Futuro de la bioingeniería</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.2 A nivel nacional</li> <li><b>3. Productos biotecnológicos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Mercado de los productos biotecnológicos</li> <li>3.2 Productos biotecnológicos principales</li> <li>3.3 Empresas biotecnológicas</li> </ul> </li> <li><b>4. Elementos básicos de un bioproceso</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Organismos productores</li> <li>4.2 Materias primas productoras</li> <li>4.3 Tipos de procesos</li> <li>4.4 Tipos de productos</li> </ul> </li> <li><b>5. Diseño y esterilización de medios de cultivo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 Bases de diseño de medios de cultivo</li> <li>5.2 Principales fuentes N, C, P y S</li> <li>5.3 Otros componentes de medios</li> <li>5.4 Fermentaciones aerobias</li> <li>5.5 Fermentaciones anaerobias</li> <li>5.6 Fermentación sumergida</li> <li>5.7 Fermentación sólida</li> </ul> </li> <li><b>6. Cinética enzimática</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1 Modelos cinéticos</li> <li>6.2 Enzimas en solución</li> <li>6.2 Enzimas inmovilizadas</li> </ul> </li> <li><b>7. Crecimiento celular y bacteriano</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1 Determinación del crecimiento microbiano</li> <li>7.2 Cultivo Batch</li> <li>7.3 Modelos cinéticos de crecimiento</li> <li>7.4 Metabolitos Primarios</li> <li>7.5 Metabolitos Secundarios</li> <li>7.6 Cultivo Alimentado</li> <li>7.7 Cultivo continuo</li> </ul> </li> </ul>
--	--

	<p><b>8. Diseño, operación y escalamiento de fermentadores</b></p> <p>8.1 Tanques agitados</p> <p><b>8.2</b> Air lift</p> <p><b>8.3</b> Consumo de energía por agitación</p> <p><b>8.4</b> Consumo de energía por aereación</p> <p><b>8.5</b> Transferencia de energía</p> <p><b>8.6</b> Operación de fermentadores</p> <p><b>8.7</b> Escalamiento de fermentadores</p> <p><b>8.8</b> Esterilización de medio de cultivo</p> <p><b>8.9</b> Esterilización del aire</p> <p><b>9. Procesos de separación</b></p> <p><b>10. Instrumentación y control</b></p> <p><b>11. Economía de los bioprocesos</b></p> <p><b>12. Problemas a ser resueltos y Futuro de la bioingeniería</b></p>
--	---

## IX. DESARROLLO DE CADA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<p><b>PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA</b></p> <p>Conocer, entender, comprender</p> <p>.</p>
---

1. Bioingeniería	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
<p><b>1.1 Introducción a la bioingeniería</b></p> <p>1.1.1 Productos tradicionales</p> <p>1.1.2 Productos de la nueva tecnología</p> <p><b>1.2 Panorama de la biotecnología y su aplicación</b></p> <p>1.2.1 A nivel Internacional</p> <p>1.2.2 A nivel nacional</p> <p><b>1.3 Productos biotecnológicos</b></p> <p>1.3.1 Mercado de los productos biotecnológicos</p> <p>1.3.2 Productos biotecnológicos principales</p> <p>1.3.3 Empresas biotecnológicas</p>	<p>El estudiante será capaz de evaluar y adoptar las tecnologías existentes a las necesidades locales y que haciendo uso creativo y eficiente de los recursos naturales de la región generen procesos alternos a los establecidos, en beneficio de la economía regional y nacional</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación</li> <li>• Retención</li> <li>• Comparación</li> <li>• Interpretación</li> <li>• Comprensión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apreciación</li> <li>• Opinión</li> <li>• Crítica</li> <li>• Reflexión</li> </ul>

<p><b>1.4 Elementos básicos de un bioproceso</b></p> <p>1.4.1 Organismos productores</p> <p>1.4.2 Materias primas productoras</p> <p>1.4.3 Tipos de procesos</p> <p>1.4.4 Tipos de productos</p>			
<p><b>Estrategias didácticas recomendadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>	<p><b>Recursos didácticos requeridos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> <li>• Bocinas</li> <li>• Cámara fotográfica</li> <li>• Cámara de videograbación</li> <li>• Grabadora</li> </ul>	<p>Tiempo destinado: 10 Horas Teóricas 0 Horas Práctica</p>	
<b>EVALUACIÓN</b>			
<b>Criterios de desempeño</b>		<b>Productos o Evidencias</b>	
<p>EL ALUMNO: Capacidad para entender y discutir las teorías del origen del Universo y de la vida, las bases para la clasificación de los microorganismos. Realizar un análisis y discusión de la información científica consultada individualmente y en equipo</p>		<p>Redacción de Ensayos (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía) Presentación Ponencias (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía) Resumen de los resultados de las discusiones</p>	
<p><b>PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA</b> Conocer, entender, comprender</p>			

UNIDAD DE COMPETENCIA II 2. Fermentadores	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
<b>2.1 Diseño y esterilización de medios de cultivo</b> 2.1.2 Bases de diseño de medios de cultivo 2.1.3 Principales fuentes N, C, P y S 2.1.4 Otros componentes de medios 2.1.5 Fermentaciones aerobias 2.1.6 Fermentaciones anaerobias 2.1.7 Fermentación sumergida 2.1.8 Fermentación sólida  <b>2.2 Cinética enzimática</b> 2.2.1 Modelos cinéticos 2.2.2 Enzimas en solución 2.2.3 Enzimas inmovilizadas  <b>2.3 Crecimiento celular y bacteriano</b> 2.3.1 Determinación del crecimiento microbiano 2.3.2 Cultivo Batch 2.3.3 Modelos cinéticos de crecimiento 2.3.4 Metabolitos Primarios 2.3.5 Metabolitos Secundarios 2.3.6 Cultivo Alimentado 2.3.7 Cultivo continuo  <b>2.4 Diseño, operación y escalamiento de fermentadores</b> 2.4.1 Tanques agitados 2.4.2 Air lift 2.4.3 Consumo de energía por agitación 2.4.4 Consumo de energía por aereación 2.4.5 Transferencia de energía 2.4.6 Operación de fermentadores 2.4.7 Escalamiento de fermentadores	Capacidad para formular medios de cultivo que se empleen en la obtención de metabolitos primarios y secundarios durante la operación de diferentes sistemas de fermentadores de manera eficiente evaluando costos de energía y diseños.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OBSERVACIÓN</li> <li>• RETENCIÓN</li> <li>• COMPARACIÓN</li> <li>• INTERPRETACIÓN</li> <li>• COMPRENSIÓN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APRECIACIÓN</li> <li>• OPINIÓN</li> <li>• CRÍTICA</li> <li>• REFLEXIÓN</li> </ul>

2.4.8 Esterilización de medio de cultivo 2.4.9 Esterilización del aire			
<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> <li>• Vistas a conocer microscopio electrónico</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> </ul>	<b>Tiempo destinado:</b> 10Horas teóricas 0 Horas Práctica	
<b>EVALUACIÓN</b>			
<b>Criterios de desempeño</b>		<b>Productos o Evidencias</b>	
<b>EL ALUMNO:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Participa activamente en clase de manera individual o en grupos cuestionando y aportando ideas.</li> <li>2. Consulta y discusión de fuentes de información adicionales</li> <li>3. Debates de artículos científicos</li> <li>4. Tareas específicas de investigación</li> <li>5. Actividades creativas en el reporte de actividades, videos, presentaciones</li> <li>6. Primer Examen parcial de conocimientos</li> </ol>		Redacción de Ensayos (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía) Presentación Ponencias (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía) Examen	
<b>PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA</b> Conocer, entender, comprender			

UNIDAD DE COMPETENCIA III 9Procesos de separación 13. Instrumentación y control 14. Economía de los bioprocesos 15. Problemas a ser resueltos 16. Futuro de la bioingeniería 17. Innovación de la industria farmacéutica	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
	Capacidad para evaluar la instrumentación, control y la economía de los procesos de bioingeniería aplicados a la biotecnología. Visualizando la resolución de las demanda social,, industrial y académica en un futuro cercano y resolviendo problemáticas con la generación de nuevas tecnologías.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación</li> <li>• Retención</li> <li>• Comparación</li> <li>• Interpretación</li> <li>• Comprensión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apreciación</li> <li>• Opinión</li> <li>• Crítica</li> <li>• Reflexión</li> </ul>
<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> <li>• Bocinas</li> <li>• Cámara fotográfica</li> <li>• Cámara de videograbación</li> <li>• Grabadora</li> </ul>	<b>Tiempo destinado:</b> 10Horas teóricas 0 Horas práctica	
EVALUACIÓN			
Criterios de desempeño		Productos o Evidencias	
<b>EL ALUMNO:</b> Toma conciencia del porqué y el cómo se cultivan e identifican los microorganismos. Segundo Exámen Parcial		Redacción de Ensayos (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía) Presentación Ponencias (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía) Exámen	

## IX. EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN RECOMENDADA

El alumno deberá cubrir con el 80% de asistencias para acreditar la unidad de aprendizaje (Dos retardos equivalen a una inasistencia).

### EXAMEN 1er PARCIAL: 30%

Exámenteórico-práctico = 30 %

### EXAMEN 2do PARCIAL: 30 %

Exámenteórico-práctico = 30 %

### EJERCICIOS EN CLASE: 40%

Participación y trabajos en clase y extra clase = 40%

**TOTAL: 100%**

## X. BIBLOGRAFÍA

### BÁSICA

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Ingeniería Bioquímica: Teoría y aplicaciones, Alambra Mexicana, Rodolfo Quintero Ramirez, 1990</li><li>• Biochemical Engineering. Marcel Dekker, Harvey W. Blanch y Douglas S. Clark, 1996</li><li>• Biochemical Engineering: Basic concepts, Prentice May, Michael Shuler y F. Kargi, 1992</li><li>• Bioprocess Engineering: System equipment, and facilities, John Wiley, B. Lydersen, N. D'elia y K. Nelson, 1994</li><li>• Bioreactors System Design, Marcel Dekker, Juan Asenjo y J. Merchuk, 1995</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ingeniería Bioquímica: Teoría y aplicaciones, Alambra Mexicana, Rodolfo Quintero Ramirez, 1990</li><li>• Biochemical Engineering. Marcel Dekker, Harvey W. Blanch y Douglas S. Clarck, 1996</li><li>• Biochemical Engineering: Basic concepts, Prentice May, Michael Shuler y F. Kargi, 1992</li><li>• Bioprocess Engineering: Systems equipment, and facilities, Jhon Wiley, B. Lydersen, N. D'elia y K. Nelson, 1994</li><li>• Bioreactors System Design, Marcel Dekker, Juan Asenjo y J. Merchuk, 1995</li></ul> |
|---|---|

**NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:**

**Biología Molecular**

**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE POR COMPETENCIAS**

**I. IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

<b>CENTRO/UNIDAD ACADÉMICA:</b> Centro de Investigación en Biotecnología								
<b>PROGRAMA EDUCATIVO:</b> Maestría en Biotecnología					<b>ACADEMIA LOCAL A LA QUE PERTENECE:</b>			
<b>FECHA DE APROBACIÓN POR LOS H. H.:</b> <b>CONSEJO TÉCNICO:</b> <b>COMITÉ ACADÉMICO DE ÁREA:</b> <b>CONSEJO UNIVERSITARIO:</b>					<b>PROGRAMA ELABORADO POR:</b>			
<b>NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:</b> Biología Molecular			<b>CICLO:</b>	<b>SEMESTRE:</b>	<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b> Noviembre 2012 <b>FECHA DE REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN:</b>			
<b>Clave</b>	<b>Teoría H/S/M</b>	<b>Prácticas H/S/M</b>		<b>Créditos</b>	<b>Tipo de Unidad de aprendizaje</b>	<b>Carácter de la Unidad de Aprendizaje</b>	<b>Núcleo de formación</b>	<b>Modalidad</b>
	6	0		12	Teórico	Obligatorio	Básico	Presencial
<b>Prerrequisitos</b>  Comprensión de textos en español (inglés), lectura.			<b>Unidad(es) de aprendizaje antecedente</b> QUIMICA, BIOQUIMICA, MATEMATICAS, INGLES, FISICOQUIMICA			<b>Unidad(es) de aprendizaje consecuentes</b>		
<b>Programas Académicos en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología y Doctorado en Ciencias Naturales								

## II.PRESENTACIÓN

Uno de los descubrimientos mas importantes de la biología ha sido el descubrimiento del material genético, pero no fue sino hasta los años 40 que los investigadores Acery, McLeod y McCarty sugirieron, que el material hereditario podría estar contenido en la sustancia llamada ácido nucleico. En años posteriores esto fue corroborado inequívocamente. Todo esto contribuyó enormemente, para que en 1953 Watson y Crick dieran a conocer la estructura tridimensional del ácido desoxirribonucleico (ADN). Hoy en día sabemos que los genes están constituidos por un polímero de nucleótidos arreglados en forma de una doble hélice con semejanza a una escalera de caracol. La maquinaria celular convierte la información del ADN en proteínas, una proteína por cada gene y un gene no es más que un segmento dentro de alguna larga molécula de ADN. La información fluye del ADN hacia la proteína, pasando por un intermediario, el ARN (ácido ribonucleico), en el proceso llamado *transcripción*, en el cual se van agregando una por una las bases del ARN, copiando la secuencia del ADN. Posteriormente, se ensamblan las moléculas de proteína, haciendo corresponder un aminoácido por cada tres bases. Todo un conjunto de moléculas y organelos participa en este proceso de traducción. Hay una correspondencia inequívoca entre la secuencia del ADN y la de la proteína para la que codifica, dada por el código genético. Este código relaciona el idioma de cuatro letras de ADN, tomando grupos de tres en tres, con el idioma de las proteínas, constituido por 20 letras o monómeros.El presente curso aporta las bases teóricas de los diferentes procesos acontecidos en el dogma central de la biología molecular y revisa las herramientas moleculares empleadas actualmente (ciencias OMICAS) para resolver diversos ámbitos del ser humano y que impactan directamente en la biotecnología moderna, que busca hacer un uso inteligente, respetuoso y sustentable de la biodiversidad, mediante el desarrollo de tecnología eficaz, limpia y competitiva, para facilitar la solución de problemas importantes en sectores tales como el de la salud, el agropecuario, el industrial y del medio ambiente.

## III.LINEAMIENTOS DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

DOCENTE	ALUMNO
<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentar y cumplir con el programa en su totalidad, en los tiempos establecidos.</li><li>• Utilizar el equipo y material bibliográfico aunado a técnicas didáctico-pedagógicas necesarias y acordes en la impartición de la clase.</li><li>• Evaluar el trabajo y exámenes en las fechas estipuladas, informando oportunamente los resultados parciales y finales.</li><li>• Propiciar la disciplina, orden y organización de la clase.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Asistencia al curso.</li><li>• Puntualidad.</li><li>• Entrega oportuna de los trabajos</li><li>• Presentar en tiempo y forma todos los exámenes parciales</li><li>• Participar con disciplina y orden y lograr el máximo aprovechamiento académico.</li><li>• Actuar con respeto hacia el docente, el grupo, la institución y el espacio.</li></ul>

#### **IV. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Desarrollar en el alumno capacidades y actitudes que le permitan aplicar los principios, reglas y conceptos de la Biología Molecular. Al final la Unidad de Aprendizaje el alumno podrá entender y proponer protocolos científicos en Biología Molecular y cómo éstos impactan a la sociedad, en general, y a su entorno inmediato.

<b>V. COMPETENCIAS PROFESIONALES</b>	<b>VI. CONTRIBUCIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE AL PERFIL DE EGRESO</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Manejar conceptos actuales de la biología molecular que inciden en el campo de la Biotecnología.</li><li>2. Manejar de manera crítica la información científica y/o técnica relativa a la biología molecular, de fuentes especializadas de actualidad.</li><li>3. Aplicar herramientas de biología molecular en el desarrollo y/o innovación de procesos industriales.</li><li>4. Transmitir conocimientos del ámbito de la biología molecular de forma oral y escrita.</li><li>5. Capacidad para incidir en la formación de recursos humanos en el ámbito de la biología molecular en diversos niveles educativos</li></ol>	Proporcionando un conocimiento sistemático y actualizado, así como una visión crítica dentro del ámbito de la biología molecular y su interrelación con la biotecnología.

#### **VII. ÁMBITOS DE DESEMPEÑO**

- **Investigación, docencia e industria**

## VIII. ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

UNIDADES DE COMPETENCIA / CONTENIDOS	SECUENCIA TEMÁTICA
UNIDAD DE COMPETENCIA I PRINCIPIOS GENETICOS Y ESTRUCTURA DEL ADN UNIDAD DE COMPETENCIA II DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGIA MOLECULAR UNIDAD DE COMPETENCIA III DINAMICA DEL GENOMA UNIDAD DE COMPETENCIA IV BIOLOGIA GENÓMICA	

## IX. DESARROLLO DE CADA UNIDAD DE APRENDIZAJE

**PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA**  
**EXPLICAR LOS CONCEPTOS Y LA TERMINOLOGIA EMPLEADA EN LA BIOLOGIA MOLECULAR MODERNA**

UNIDAD DE COMPETENCIA I PRINCIPIOS GENETICOS Y ESTRUCTURA DEL ADN	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
<b>1.1 El ADN es la molécula de la herencia</b>  1.1.1 Un gen, una enzima 1.1.2 Los experimentos de Griffith 1.1.3 Los experimentos de Avery, McLeod y McCarthy  <b>2.1 La naturaleza química del ADN</b>  2.1.4 Cristalografía de rayos X, experimentos de Chargaff, de Franklin y Wilkins 2.1.5 El modelo de Watson y Crick. Experimento de Meselson y Stahl 2.1.6 Estructuras alternativas del DNA (A, B, Z) 2.1.7 Propiedades fisicoquímicas de los ácidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo.</li> <li>• Capacidad para la investigación</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para el trabajo en forma autónoma y colaborativa.</li> <li>• Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica.</li> <li>• Capacidad para formular y gestionar proyectos</li> <li>• Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de expresión y comunicación</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Compromiso con la preservación del medio ambiente</li> <li>• Compromiso ético</li> </ul>

<p>nucleicos (Tm, comportamiento frente a ácidos y bases, desnaturalización y renaturalización, efecto hipercrómico etc.)</p> <p><b>3.1 Organización del ADN en la célula.</b></p> <p>3.1.8 Organización del DNA en el genoma de los seres vivos (superenrollamiento, nucleosomas y estructura de la cromatina, cromosomas virales, bacterianos, eucariontes).</p> <p>3.1.9 Conjugación</p> <p>3.1.10 Transducción</p>			
<p><b>Estrategias didácticas recomendadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> </ul>	<p><b>Recursos didácticos requeridos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón y marcadores</li> <li>• Cañón</li> <li>• Computadora</li> <li>• Bocinas</li> </ul>		<p>Tiempo destinado: 15 Horas Teóricas</p>
<b>EVALUACIÓN</b>			
<b>Criterios de desempeño</b>		<b>Productos o Evidencias</b>	
<p>EL ALUMNO: Investiga o lee y participa activamente en clase.</p>		<p>Exámen escrito de opción múltiple</p>	
<p><b>PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA</b> Que el estudiante de posgrado conozca los mecanismos moleculares básicos, del flujo de la información genética del dogma central de la biología molecular en los organismos.</p>			

UNIDAD DE COMPETENCIA II DOGMA CENTRAL DE LA BIOLOGIA MOLECULAR	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
<p><b>2.1 Replicación:</b> La replicación es semiconservativa, DNA polimerasas, la replicación del DNA es discontinua. Iniciación, elongación y terminación de la replicación en procariontes y eucariontes. Técnica de la PCR. Método de Sanger y la secuenciación de los genomas</p> <p><b>2.2 Transcripción:</b> Tipos de RNA: ribosomal, transferencia, mensajero, RNAs pequeños y catalíticos. Iniciación, elongación y terminación de la transcripción en procariontes y eucariontes. El RNA mensajero eucarionte: (maduración, poliA y Cap), intrones y exones. Edición de intrones</p> <p><b>2.3 Traducción:</b> El código genético. Iniciación, elongación y terminación de la traducción en procariontes y eucariontes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo.</li> <li>• Capacidad para la investigación</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para el trabajo en forma autónoma y colaborativa.</li> <li>• Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica.</li> <li>• Capacidad para formular y gestionar proyectos</li> <li>• Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de expresión y comunicación</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Compromiso con la preservación del medio ambiente</li> <li>• Compromiso ético</li> </ul>
<p><b>Estrategias didácticas recomendadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>	<p><b>Recursos didácticos requeridos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón y marcadores</li> <li>• Cañón</li> <li>• Computadora</li> <li>• Bocinas</li> </ul>	<p><b>Tiempo destinado:</b></p> <p>27Horas teóricas</p>	
EVALUACIÓN			
Criterios de desempeño		Productos o Evidencias	
<p><b>EL ALUMNO:</b> Aprovecha la dosificación de la unidad de competencia para llegar a las clases con dudas y comentarios</p>		<p>Exámen de opción múltiple y/o desarrollo Redacción de Ensayos Presentación Ponencias</p>	

**PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA**

Analizar diferentes procesos mediante los cuales se regula el fenotipo de los seres vivos a través de rearrreglos del genoma y su regulación

UNIDAD DE COMPETENCIA III <b>DINAMICA DEL GENOMA</b>	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
1.1 Regulación de la Expresión génica el modelo del operón El operón de lactosa El operón del Triptófano Regulones 1.2 Regulación de la traducción: el ejemplo de GCN4 RNA's regulatorios (de interferencia y micro RNAs) 1.3 Recombinación y Reparación del DNA Recombinación homóloga y sitio específica Tipos de mutaciones Daño al DNA por luz UV y agentes químicos 1.4 Plásmidos, Transposones, retrovirus y retroposones Diversidad de inmunoglobulinas. <b>TÉCNICAS DE ADN RECOMBINANTE</b> 2.1 Purificación de los ácidos nucleicos 2.2 Enzimas de restricción y modificación 2.3 Síntesis química y diseño de los oligonucleótidos 2.4 Reacción en Cadena de la Polimerasa 2.5 Secuenciación del ADN 2.6 Vehículos de clonación 2.7 Técnicas de hibridación de los ácidos nucleicos 2.8 Construcción de bancos de ADNc y genómicos 2.9 Tamizado y selección de las clonas 2.10 Construcción de proteínas recombinantes 2.11 Transformación de bacterias y hongos 2.12 Transformación de animales y plantas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo.</li> <li>• Capacidad para la investigación</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para el trabajo en forma autónoma y colaborativa.</li> <li>• Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica.</li> <li>• Capacidad para formular y gestionar proyectos</li> <li>• Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de expresión y comunicación</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Compromiso con la preservación del medio ambiente</li> <li>• Compromiso ético</li> </ul>

2.13 Regulación y bioseguridad			
<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón y marcadores</li> <li>• Cañón</li> <li>• Computadora</li> <li>• Bocinas</li> </ul>	<b>Tiempo destinado:</b> 42 Horas teóricas	
EVALUACIÓN			
Criterios de desempeño		Productos o Evidencias	
<b>EL ALUMNO:</b> Se observa un incremento gradual del nivel de madurez del alumno a lo largo del curso		Exámen de opción múltiple Redacción de Ensayos Presentación Ponencias	

UNIDAD DE COMPETENCIA IV BIOLOGIA GENÓMICA	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
<b>4.1 El neutralismo y el reloj molecular</b> <b>4.2 Genes ortólogos, homólogos parálogos.</b> <b>4.3 Filogenias moleculares: modelos de sustitución, métodos de inferencia filogenética.</b> <b>4.4 Definición y componentes del genoma.</b> <b>4.5 Transcriptómica.</b> <b>4.6 Proteómica.</b> <b>4.7 Metabolómica.</b> <b>4.8 Interactómica.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo.</li> <li>• Capacidad para la investigación</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para el trabajo en forma autónoma y colaborativa.</li> <li>• Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica.</li> <li>• Capacidad para formular y gestionar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de expresión y comunicación</li> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Compromiso con la preservación del medio ambiente</li> <li>• Compromiso ético</li> </ul>

		proyectos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión</li> </ul>	
<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón y marcadores</li> <li>• Cañón</li> <li>• Computadora</li> <li>• Bocinas</li> </ul>	<b>Tiempo destinado:</b> 15Horas teóricas	
<b>EVALUACIÓN</b>			
<b>Criterios de desempeño</b>		<b>Productos o Evidencias</b>	
<b>EL ALUMNO:</b> Aplica procedimientos aprendidos en otras asignaturas y los aplica a problemas relacionados a la biología molecular		Exámen de desarrollo Redacción de Ensayos Presentación Ponencias	
<b>PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA</b> Conocer el conjunto de ciencias y técnicas dedicadas al estudio integral del funcionamiento, el contenido, la evolución y el origen de los genomas.			

### IX. EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN RECOMENDADA

<b>EXAMENES PARCIALES: 70%</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 Exámenes parciales = 70%</li> </ul>
<b>EJERCICIOS EN CLASE: 30%</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación y trabajos en clase y extra clase = 15%</li> <li>• Exposiciones orales = 15%</li> </ul>
<b>TOTAL: 100%</b>

## X. BIBLOGRAFÍA

### BÁSICA

1. Griffiths, A.J.F.; et al. (2010). Introduction to Genetic Analysis. 10ª Edición. W.H.Freeman& Co. Nueva York, NY.
2. Alberts et al (2007) Molecular Biology of the Cell. 5a. Edición. Garland Science. Nueva York, NY.
3. Jocelyn E. Krebs et al (2009) Genes X. 10a Edición. Jones and Bartlett Publishers. Boston USA
4. Lodish, H. et al (2007) Molecular Cell Biology. 6a. edición. W. H. Freeman & Co. Nueva York, NY.
5. Watson, et al. Molecular Biology of the Gene. (2007) 6a Edición. Benjamin Cummings, San Francisco CA., USA.

### COMPLEMENTARIA

- NCBI <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- EBI <http://www.ebi.ac.uk/>
- Expasy <http://www.expasy.ch/tools/>
- Geneinfinity <http://www.geneinfinity.org/>

**NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:**

**Bioquímica**

## PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE POR COMPETENCIAS

### I. IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>CENTRO/UNIDAD ACADÉMICA:</b> CENTRO DE INVESTIGACION EN BIOTECNOLOGIA								
<b>PROGRAMA EDUCATIVO:</b> Maestría en Biotecnología					<b>ACADEMIA LOCAL A LA QUE PERTENECE:</b>			
<b>FECHA DE APROBACIÓN POR LOS H. H.:</b> <b>CONSEJO TÉCNICO:</b> <b>COMITÉ ACADÉMICO DE ÁREA:</b> <b>CONSEJO UNIVERSITARIO:</b>					<b>PROGRAMA ELABORADO POR:</b> Dra. Ma. del Carmen Gutiérrez Villafuerte			
<b>NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:</b> Bioquímica			<b>CICLO:</b> Básico	<b>SEMESTRE:</b>	<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b> Noviembre 2012 <b>FECHA DE REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN:</b>			
Clave	Teoría H/S/M	Prácticas H/S/M		Créditos	Tipo de Unidad de aprendizaje	Carácter de la Unidad de Aprendizaje	Núcleo de formación	Modalidad
	6	0		12	Teórico	Obligatorio de elección	Básico	Presencial
<b>Prerrequisitos</b>  Comprensión de textos en español (inglés), redacción y lectura.			<b>Unidad(es) de aprendizaje antecedente</b>			<b>Unidad(es) de aprendizaje consecuentes</b>		
<b>Programas Académicos en los que se imparte:</b>								

## II.PRESENTACIÓN

Los seres vivos tiene la capacidad de extraer, transformar y utilizar la energía de su entorno para poder mantener su organización y complejidad. La enseñanza de la Bioquímica está orientada a fortalecer e integrar conceptos básicos fundamentales que le permitan al estudiante comprender la importancia del metabolismo, a través de reacciones químicas organizadas en vías metabólicas, para la obtención de energía y su estrecha relación con el mantenimiento de la vida desde un punto de vista termodinámico. Esta unidad de aprendizaje examina además, cómo la existencia de los seres vivos se debe estrictamente a las propiedades de las moléculas que la forman.

## III.LINEAMIENTOS DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

DOCENTE	ALUMNO
<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentar y cumplir con el programa en su totalidad, en los tiempos establecidos.</li><li>• Asistencia al 100% de las sesiones.</li><li>• Utilizar el equipo y material bibliográfico aunado a técnicas didáctico-pedagógicas necesarias y acordes en la impartición de la clase.</li><li>• Evaluar el trabajo en las fechas estipuladas, informando oportunamente los resultados parciales y finales.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Puntualidad.</li><li>• Entrega oportuna de los trabajos usando los medios bibliográficos y medio gráficos necesarios, respetando en todo momento el derecho de autor de las fuentes.</li><li>• Participar con disciplina y orden, logrando el máximo aprovechamiento académico.</li><li>• Actuar con respeto hacia el docente, el grupo, la institución y el espacio.</li></ul>

#### IV. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Discutir y analizar los principios básicos, tanto termodinámicos como químicos, que rigen la formación y el plegamiento de macromoléculas biológicas, la relación entre su estructura y la función que desempeñan, así como los procesos metabólicos por medio de los cuales los seres vivos intercambian y regulan la energía requerida para mantenerse en un estado dinámico estacionario. Se espera que el alumno por medio de procesos de construcción e integración del conocimiento adquiera una perspectiva adecuada de la relación macromolécula-célula-organismo-ambiente, a través de estrategias que estimulen el pensamiento crítico y reflexivo. Además, contribuirá al desarrollo de técnicas relacionadas con la comunicación oral y escrita, que le permitan comunicarse de una manera clara y precisa en reportes de trabajo e investigación. El curso apoyará la comprensión de textos del área biológica en el idioma inglés.

V. COMPETENCIAS PROFESIONALES	VI. CONTRIBUCIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE AL PERFIL DE EGRESO
<p>13. Manejar conceptos actuales de las ciencias básicas que inciden en el campo de la Biotecnología.</p> <p>14. Manejar de manera crítica la información científica y/o técnica relativa a la Biotecnología, de fuentes especializadas de actualidad.</p> <p>15. Poseer habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada que incidan en la solución de problemas ambientales, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.</p> <p>16. Poseer habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada en el área de productos naturales, que incidan en la industria, agricultura y salud, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.</p> <p>17. Aplicar herramientas biotecnológicas en el desarrollo y/o innovación de procesos industriales.</p>	<p>1. Enadquirir, discutir y utilizar conceptos bioquímicos básicos para el manejo crítico de la información científica y/o técnica relativa a la Biotecnología, de fuentes especializadas de actualidad.</p> <p>2. En la adquisición de herramientas para el manejo crítico de la información científica y/o técnica relativa a la Biotecnología, de fuentes especializada en el área de la bioquímica, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético. .</p> <p>3. En el desarrollo de técnicas relacionadas con la comunicación oral y escrita, que le permitan comunicar conocimientos del ámbito de la bioquímica de una manera clara y precisa.</p> <p>4. En el progreso de su habilidad para el trabajo en grupos multidisciplinarios.</p>

18. Transmitir conocimientos del ámbito de la biotecnología de forma oral y escrita.	
19. Capacidad para incidir en la formación de recursos humanos en el ámbito de la biotecnología en diversos niveles educativos.	
20. Desarrollan capacidades para trabajar en equipo.	

### VII. ÁMBITOS DE DESEMPEÑO

- Actividades en el Aula

### VIII. ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

UNIDADES DE COMPETENCIA / CONTENIDOS	SECUENCIA TEMÁTICA
I. Conceptos Básicos II. Bioquímica Básica III. Bioquímica Celular IV. Metabolismo Celular V. Integración Metabólica	<b>I. Conceptos Básicos</b> 1. Termodinámica en biología a) Sistemas aislado, cerrado y abierto b) Variables del sistema: Propiedades Intensivas y extensivas c) Leyes de la termodinámica d) Funciones de estado: energía intrínseca, entalpía , entropía y energía libre de Gibbs. e) Termodinámica de las reacciones químicas: reacciones exotérmicas, endotérmicas, exergónicas y endergónicas f) Reacciones irreversibles, reversibles y de óxido-reducción. 2. La lógica molecular de los sistemas vivos a) Características de los seres vivos b) Los seres vivos como sistemas abiertos en estado estacionario. c) El ATP como molécula almacenadora de energía 3. Organización estructural y funcional de la célula a) Organismos procariotes y eucariotes

- b) Estructura y función de los diferentes organelos
- 4. Moléculas biológicas .
- .5. Agua, electrolitos y sustancias amortiguadoras
  - a) Propiedades químicas y físicas del agua
  - b) Concepto de pH
  - c) Ácidos y bases débiles
  - d) Soluciones amortiguadoras
- II. Bioquímica Básica**
- 1. Carbohidratos
  - a) Definición
  - b) Funciones generales
  - c) Clasificación
  - d) Estereoisomería.
  - e) Mutarrotación
  - f) Derivados de los monosacáridos
  - g) Oligosacáridos
  - h) Disacáridos: Clasificación y funciones
  - i) Polisacáridos: Clasificación y funciones
- 2. Lípidos
  - a) Definición
  - b) Funciones principales
  - c) Clasificación y características generales
  - d) Ácidos grasos: clasificación y propiedades
  - e) Lípidos simples: clasificación y propiedades
  - f) Lípidos complejos: clasificación y propiedades
- 3. Nucleótidos
  - a) Estructura básica
  - b) Nomenclatura y características generales
  - c) Funciones: almacenadores de energía química, cofactores, segundos mensajeros.
- 4. AcidosNucleícos
  - a) Características Generales
  - b) DNA como almacén de la información gen ética ( experimentos que lo demuestran)
  - c) Formas estructurales del DNA: doble hélice
  - d) Formas estructurales del RNA: mensajero, ribosomal y de transferencia
  - e) Ribozimas.

	<p>f) Química de los ácidos nucleicos: desnaturalización, hibridación, transformaciones no enzimáticas y mutación</p> <p>5. Aminoácidos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Características estructurales</li> <li>b) Estereoisómeros</li> <li>c) Formas zwitteriónicas y no iónicas</li> <li>d) Clasificaciones</li> <li>e) Ley de Lambert-Beer (determinaciones basadas en aminoácidos)</li> <li>f) Aminoácidos como bases y ácidos. Determinación del punto isoeléctrico</li> <li>g) Separación por cromatografía</li> <li>h) Reacciones características de aminoácidos</li> </ul> <p>6. Proteínas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Estructura jerárquica de proteínas</li> <li>b) Constituyentes</li> <li>c) Enlaces peptídicos</li> <li>d) Niveles de estructuración</li> <li>e) Representaciones gráficas</li> <li>f) Estructura secundaria</li> <li>g) Estructura supersecundaria (motifs)</li> <li>h) Estructura terciaria: dominios estructurales y funcionales</li> <li>i) Estructura cuaternaria</li> <li>j) Relaciones funcionales y evolutivas</li> </ul> <p>7. Plegamiento y modificación de las proteínas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Información para plegamiento</li> <li>b) Chaperonas</li> <li>c) Modificaciones químicas</li> <li>d) Degradación de proteínas</li> <li>e) Anomalías en el plegamiento</li> </ul> <p>8. Métodos de purificación y caracterización de proteínas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Extracción</li> <li>b) Centrifugación</li> <li>c) Electroforesis</li> <li>d) Radioinmunoensayos</li> <li>e) Espectrometría de masas</li> <li>f) Secuenciación y síntesis química</li> </ul>
--	--

### **III. Bioquímica Celular**

#### **1. Catálisis Enzimática**

- a) Enzimas. Definición
- b) Poder catalítico
- c) Especificidad
- d) Mecanismos de catálisis
- e) Cinética enzimática
- f) Ecuación Monod
- g) Determinación de constantes cinéticas
- h) Tipos de inhibición
- i) Cinética de desactivación
- j) Efecto de pH y temperatura
- k) Enzimas alostéricas
- l) Regulación enzimática

#### **2. Transporte**

- a) Membrana celular y mecanismos de transporte
- b) Membrana celular: características químicas y físicas
- c) Termodinámica del transporte
- d) Tipos de transporte: Difusión simple. Difusión facilitada. Transporte Activo

### **IV. Metabolismo Celular**

#### **1. Generalidades del metabolismo celular**

- a) Catabolismo y Anabolismo. Definición
- b) Coordinación y dirección de la actividad celular
- c) Como ocurre el metabolismo
- d) Metabolismo celular lineal, ramificado y cíclico
- e) Variedad en sistemas enzimáticos que definen rutas catabólicas o anabólicas
- f) Organismos autótrofos y heterótrofos

#### **2. Degradación de la glucosa**

- a) Conversión de glucosa a piruvato
- b) Estrategia de glicólisis
- c) Relación con otros caminos metabólicos
- d) Balance de energía
- e) Regulación

#### **3. Producción de piruvato y acetil CoA**

- a) Complejo de piruvato-deshidrogenasa

- b) Coenzimas involucradas en la oxidación de piruvato
- 4. Ciclo de Krebs
  - a) Fases del ciclo
  - b) Estequiometría y energética
  - c) Regulación de piruvato deshidrogenasa y ciclo de Krebs
  - d) Secuencias anapleróticas
- 4. Transporte de electrones y fosforilación oxidativa
  - a) La cadena respiratoria mitocondrial
  - b) Cambios de energía durante el flujo de electrones
  - c) Síntesis de A TP en mitocondrias. Fosforilación oxidativa
  - d) Mecanismos de síntesis de A TP .Hipótesis quimiosmótica
  - e) La A TP sintasa
- 5. Vía de las pentosas
  - a) Etapa oxidativa: regeneración de NADPH; conversión de glucosa 6-fosfato en ribulosa 5-fosfato
  - b) Etapa no oxidativa: síntesis de azúcares de cinco carbonos; reacciones catalizadas por las enzimas transcetolasas y aldolasas; conversión de la ribosa 5-fosfato en intermediarios glicolíticos
- 6. Gluconeogénesis
  - c) Reacciones enzimáticas características (puntos de control)
  - d) Comparación con las reacciones de la glucólisis y regulación
  - e) El ciclo de Cori
- 7. Metabolismo del glucógeno
  - a) Movilización del glucógeno para producir glucosa
  - b) Enzimas involucradas en la degradación del glucógeno
  - c) Escisión fosforolítica del glucógeno
  - d) Regulación de las fosforilasas en el músculo e hígado
  - e) Regulación de la síntesis del glucógeno por la glucógeno sintasa
  - f) Papel de la UDP-glucosa
  - g) Regulación recíproca de la degradación y síntesis del glicógeno
- 8. Metabolismo de aminoácidos y ciclo de la urea
  - a) Rutas metabólicas de grupos de aminoácidos
  - b) Transporte de aminoácidos
  - c) Excreción de nitrógeno y ciclo de la urea
  - d) Degradación de aminoácidos
- 9. Metabolismo del colesterol

	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Compuestos lipídicos de membranas biológicas</li> <li>b) Ruta mevalónica para la síntesis del colesterol</li> <li>c) Regulación de la síntesis del colesterol</li> <li>d) Propiedades de las lipoproteínas plasmáticas</li> <li>e) Hipercolesterolemia y aterosclerosis (estatinas )</li> <li>f) Derivados importantes del colesterol (sales biliares, hormonas, vitamina D)</li> </ul> <p>10. Degradación y biosíntesis de los ácidos grasos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Ácidos grasos. Importancia fisiológica de los ácidos grasos</li> <li>b) Etapas de la degradación y síntesis de los ácidos grasos</li> <li>c) Movilización de los triacilglicerolos para su utilización como combustibles</li> <li>d) Vía de la <math>\beta</math>-oxidación</li> <li>e) Oxidación de los ácidos grasos en los peroxisomas</li> <li>f) Formación de los cuerpos cetónicos</li> <li>g) Acción de la ácido graso sintetasa</li> <li>h) Mecanismos de control del metabolismo de los ácidos grasos</li> </ul> <p><b>V.-Integración Metabólica</b></p> <p>1. Integración metabólica</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Metabolismo en tejidos: hígado, adipositos, músculo y cerebro</li> <li>b) Regulación hormonal del metabolismo</li> </ul> <p>2. Señalización</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Interacción ligando-receptor</li> <li>b) Transducción de señales</li> </ul>
--	--

## IX. DESARROLLO DE CADA UNIDAD DE APRENDIZAJE

### I. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA

Revisa y comprende los fundamentos de los conceptos termodinámicos aplicados a los sistemas vivos.

Entiende la lógica molecular en los sistemas vivos

Comprende la diferencia entre organismos procariontes y eucariontes.

Entiende la importancia de las interacciones no covalentes en las interacciones entre biomoléculas.

Comprende los fundamentos del comportamiento ácido-base de las moléculas

UNIDAD DE COMPETENCIA I	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
<b>I. Conceptos Básicos</b> 1. Termodinámica en biología g) Sistemas aislado, cerrado y abierto h) Variables del sistema: Propiedades Intensivas y extensivas i) Leyes de la termodinámica j) Funciones de estado: energía intrínseca, entalpía , entropía y energía libre de Gibbs. k) Termodinámica de las reacciones químicas: reacciones exotérmicas, endotérmicas, exergónicas y endergónicas l) Reacciones irreversibles, reversibles y de óxido-reducción. 2. La lógica molecular de los sistemas vivos d) Características de los seres vivos e) Los seres vivos como sistemas abiertos en estado estacionario. f) El ATP como molécula almacenadora de energía 3. Organización estructural y funcional de la célula c) Organismos procariotes y eucariotes d) Estructura y función de los diferentes organelos 4. Moléculas biológicas . .5. Agua, electrolitos y sustancias amortiguadoras e) Propiedades químicas y físicas del agua f) Concepto de pH g) Ácidos y bases débiles Soluciones amortiguadoras	1. Búsqueda, análisis y síntesis de información.  2. Reflexiona, argumenta y expresa juicios críticos.  3. Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma	1. Uso en las tics 2. Aplicar los conocimientos en la práctica 3. Aprende de forma autónoma 4. Trabaja en forma colaborativa 5. Capacidad de comprensión de textos en inglés.	1. Capacidad de expresión y comunicación 2. Capacidad para organizar y planificar el tiempo 3. Capacidad de trabajo en equipo 4. Compromiso con la calidad 5. Compromiso ético 6. Compromiso con su medio sociocultural 7. Integridad, respeto y equidad.

<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> Recursos electrónicos Biblioteca Grupos de discusión sobre conceptos y trabajo en equipo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> </ul>	Tiempo destinado: 12 Horas Teóricas 0 Horas Práctica
---	---	--

### EVALUACIÓN

Criterios de desempeño	Productos o Evidencias
<b>EL ALUMNO:</b>  Trabaja en equipo, refleja sus conocimientos al interpretar la realidad 2. Incluye más variables en los casos de estudios analizados. 3. Pregunta ligando conocimientos de otras asignaturas o de casos anteriores de la misma asignatura. 4. Presenta fuentes de información adicionales, usa más bibliografía, consulta fuentes en un segundo idioma, entre otras. 6. Aprovecha la dosificación de la asignatura para llegar a las clases con dudas o comentarios. 7. Investiga o lee y participa activamente en clase. 8. Se observa un incremento gradual del nivel de madurez del alumno a lo largo del curso.	Examen para evaluar razonamiento y pensamiento crítico. Construcción de un ensayo, considerando que el estudiante compara y analiza los trabajos publicados por varios autores y elabora sus propias conclusiones. Participación individual y en grupos de discusión Resolución de ejercicios en grupos de discusión Exposición oral, considerando que el estudiante busca, resume e integra la información de un tema en particular.

### II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA II

Discutir y analizar los principios básicos, tanto termodinámicos como químicos, que rigen la formación y el plegamiento de macromoléculas biológicas, la relación entre su estructura y función

II. Bioquímica Básica	ELEMENTOS DE Competencia		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
<p>1. Carbohidratos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>j) Definición</li> <li>k) Funciones generales</li> <li>l) Clasificación</li> <li>m) Estereoisomería.</li> <li>n) Mutarrotación</li> <li>o) Derivados de los monosacáridos</li> <li>p) Oligosacáridos</li> <li>q) Disacáridos: Clasificación y funciones</li> <li>r) Polisacáridos: Clasificación y funciones</li> </ul> <p>2. Lípidos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>g) Definición</li> <li>h) Funciones principales</li> <li>i) Clasificación y características generales</li> <li>j) Ácidos grasos: clasificación y propiedades</li> <li>k) Lípidos simples: clasificación y propiedades</li> <li>l) Lípidos complejos: clasificación y propiedades</li> </ul> <p>3. Nucleótidos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>d) Estructura básica</li> <li>e) Nomenclatura y características generales</li> <li>f) Funciones: almacenadores de energía química, cofactores, segundos mensajeros.</li> </ul> <p>4. AcidosNucleícos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>g) Características Generales</li> <li>h) DNA como almacén de la información genética ( experimentos que lo demuestran)</li> <li>i) Formas estructurales del DNA: doble hélice</li> <li>j) Formas estructurales del RNA: mensajero, ribosomal y de transferencia</li> <li>k) Ribozimas.</li> <li>l) Química de los ácidos nucleicos: desnaturalización, hibridación, transformaciones no enzimáticas y mutación</li> </ul> <p>5. Aminoácidos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i) Características estructurales</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Búsqueda, análisis y síntesis de información.</li> <li>2. Reflexiona, argumenta y expresa juicios críticos.</li> <li>3. Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uso en las tics</li> <li>2. Aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>3. Aprende de forma autónoma</li> <li>4. Trabaja en forma colaborativa</li> <li>5. Capacidad de comprensión de textos en ingles.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacidad de expresión y comunicación</li> <li>2. Capacidad para organizar y planificar el tiempo</li> <li>3. Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>4. Compromiso con la calidad</li> <li>5. Compromiso ético</li> <li>6. Compromiso con su medio sociocultural</li> <li>7. Integridad, respeto y equidad.</li> </ol>

<ul style="list-style-type: none"> <li>j) Estereoisómeros</li> <li>k) Formas zwitteriónicas y no iónicas</li> <li>l) Clasificaciones</li> <li>m) Ley de Lambert-Beer (determinaciones basadas en aminoácidos)</li> <li>n) Aminoácidos como bases y ácidos. Determinación del punto isoeléctrico</li> <li>o) Separación por cromatografía</li> <li>p) Reacciones características de aminoácidos</li> </ul> <p>6. Proteínas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>k) Estructura jerárquica de proteínas</li> <li>l) Constituyentes</li> <li>m) Enlaces peptídicos</li> <li>n) Niveles de estructuración</li> <li>o) Representaciones gráficas</li> <li>p) Estructura secundaria</li> <li>q) Estructura supersecundaria (motifs)</li> <li>r) Estructura terciaria: dominios estructurales y funcionales</li> <li>s) Estructura cuaternaria</li> <li>t) Relaciones funcionales y evolutivas</li> </ul> <p>7 Plegamiento y modificación de las proteínas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>f) Información para plegamiento</li> <li>g) Chaperonas</li> <li>h) Modificaciones químicas</li> <li>i) Degradación de proteínas</li> <li>j) Anomalías en el plegamiento</li> </ul> <p>8. Métodos de purificación y caracterización de proteínas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>g) Extracción</li> <li>h) Centrifugación</li> <li>i) Electroforesis</li> <li>j) Radioinmunoensayos</li> <li>k) Espectrometría de masas</li> <li>l) Secuenciación y síntesis química</li> </ul>			
---	--	--	--

<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> Recursos electrónicos Biblioteca Grupos de discusión sobre conceptos y trabajo en equipo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> Pintarrón Cañón Marcadores para pintarrón, borrador Computadora	<b>Tiempo destinado:</b> 18 Horas teóricas 0 Horas práctica
---	--	---

**EVALUACIÓN**

Criterios de desempeño	Productos o Evidencias
<b>EL ALUMNO:</b> Trabaja en equipo, refleja sus conocimientos al interpretar la realidad 2. Incluye más variables en los casos de estudios analizados. 3. Pregunta ligando conocimientos de otras asignaturas o de casos anteriores de la misma asignatura. 4. Presenta fuentes de información adicionales, usa más bibliografía, consulta fuentes en un segundo idioma, entre otras. 6. Aprovecha la dosificación de la asignatura para llegar a las clases con dudas o comentarios. 7. Investiga o lee y participa activamente en clase. 8. Se observa un incremento gradual del nivel de madurez del alumno a lo largo del curso.	Examen para evaluar razonamiento y pensamiento crítico. Construcción de un ensayo, considerando que el estudiante compara y analiza los trabajos publicados por varios autores y elabora sus propias conclusiones. Participación individual y en grupos de discusión Resolución de ejercicios en grupos de discusión Exposición oral, considerando que el estudiante busca, resume e integra la información de un tema en particular.

**III. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA III**

**Comprenderá la importancia de la participación de enzimas en las reacciones que se llevan a cabo dentro de la célula, así como revisará y discutirá los procesos mediante los cuales moléculas diversas son internalizadas o excretadas de las células..**

UNIDAD DE COMPETENCIA III III. Bioquímica Celular	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
1. Catálisis Enzimática <ul style="list-style-type: none"> <li>m) Enzimas. Definición</li> <li>n) Poder catalítico</li> <li>o) Especificidad</li> <li>p) Mecanismos de catálisis</li> <li>q) Cinética enzimática</li> <li>r) Ecuación Monod</li> <li>s) Determinación de constantes cinéticas</li> <li>t) Tipos de inhibición</li> <li>u) Cinética de desactivación</li> <li>v) Efecto de pH y temperatura</li> <li>w) Enzimas alostéricas</li> <li>x) Regulación enzimática</li> </ul> 2. Transporte <ul style="list-style-type: none"> <li>e) Membrana celular y mecanismos de transporte</li> <li>f) Membrana celular: características químicas y físicas</li> <li>g) Termodinámica del transporte</li> <li>h) Tipos de transporte: Difusión simple. Difusión facilitada. Transporte Activo</li> </ul>	1. Búsqueda, análisis y síntesis de información. 2. Reflexiona, argumenta y expresa juicios críticos. 3. Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma	1. Uso en las tics 2. Aplicar los conocimientos en la práctica 3. Aprende de forma autónoma 4. Trabaja en forma colaborativa 5. Capacidad de comprensión de textos en ingles.	1. Capacidad de expresión y comunicación 2. Capacidad para organizar y planificar el tiempo 3. Capacidad de trabajo en equipo 4. Compromiso con la calidad 5. Compromiso ético 6. Compromiso con su medio sociocultural 7. Integridad, respeto y equidad.
<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos/ proyectos</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> </ul>		<b>Tiempo destinado:</b> 18 Horas teóricas O Horas práctica
EVALUACIÓN			
Criterios de desempeño		Productos o Evidencias	
EL ALUMNO:		Examen para evaluar razonamiento y pensamiento crítico. 2. Construcción de un ensayo, considerando que el estudiante compara y	

<p>Trabaja en equipo, refleja sus conocimientos al interpretar la realidad</p> <p>2. Incluye más variables en los casos de estudios analizados.</p> <p>3. Pregunta ligando conocimientos de otras asignaturas o de casos anteriores de la misma asignatura.</p> <p>4. Presenta fuentes de información adicionales, usa más bibliografía, consulta fuentes en un segundo idioma, entre otras.</p> <p>6. Aprovecha la dosificación de la asignatura para llegar a las clases con dudas o comentarios.</p> <p>7. Investiga o lee y participa activamente en clase.</p> <p>8. Se observa un incremento gradual del nivel de madurez del alumno a lo largo del curso.</p>	<p>analiza los trabajos publicados por varios autores y elabora sus propias conclusiones.</p> <p>4. Participación individual y en grupos de discusión</p> <p>5. Resolución de ejercicios en grupos de discusión</p> <p>Exposición oral, considerando que el estudiante busca, resume e integra la información de un tema en particular.</p>
--	---

**PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA IV**  
**El alumno reflexionará acerca de la importancia de las vías metabólicas a partir de conceptos termodinámicos y químicos. Comprenderá los procesos metabólicos por medio de los cuales los seres vivos intercambian y regulan la energía requerida para mantenerse en un estado dinámico estacionario.**

UNIDAD DE COMPETENCIA	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
IV. Metabolismo Celular	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
<p>1. Generalidades del metabolismo celular</p> <p>g) Catabolismo y Anabolismo. Definición</p> <p>h) Coordinación y dirección de la actividad celular</p> <p>i) Como ocurre el metabolismo</p> <p>j) Metabolismo celular lineal, ramificado y cíclico</p> <p>k) Variedad en sistemas enzimáticos que definen rutas catabólicas o anabólicas</p> <p>l) Organismos autótrofos y heterótrofos</p> <p>2. Degradación de la glucosa</p> <p>f) Conversión de glucosa a piruvato</p> <p>g) Estrategia de glicólisis</p> <p>h) Relación con otros caminos metabólicos</p> <p>i) Balance de energía</p> <p>j) Regulación</p> <p>3. Producción de piruvato y acetil CoA</p>	<p>1. Búsqueda, análisis y síntesis de información.</p> <p>2. Reflexiona, argumenta y expresa juicios críticos.</p> <p>3. Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma</p>	<p>1. Uso en las tics</p> <p>2. Aplicar los conocimientos en la práctica</p> <p>3. Aprende de forma autónoma</p> <p>4. Trabaja en forma colaborativa</p> <p>5. Capacidad de comprensión de textos en ingles.</p>	<p>1. Capacidad de expresión y comunicación</p> <p>2. Capacidad para organizar y planificar el tiempo</p> <p>3. Capacidad de trabajo en equipo</p> <p>4. Compromiso con la calidad</p> <p>5. Compromiso ético</p> <p>6. Compromiso con su medio sociocultura</p> <p>7. Integridad, respeto y equidad.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>c) Complejo de piruvato-deshidrogenasa</li> <li>d) Coenzimas involucradas en la oxidación de piruvato</li> <li>4. Ciclo de Krebs <ul style="list-style-type: none"> <li>e) Fases del ciclo</li> <li>f) Estequiometría y energética</li> <li>g) Regulación de piruvato deshidrogenasa y ciclo de Krebs</li> <li>h) Secuencias anapleróticas</li> </ul> </li> <li>4. Transporte de electrones y fosforilación oxidativa <ul style="list-style-type: none"> <li>f) La cadena respiratoria mitocondrial</li> <li>g) Cambios de energía durante el flujo de electrones</li> <li>h) Síntesis de A TP en mitocondrias. Fosforilación oxidativa</li> <li>i) Mecanismos de síntesis de A TP .Hipótesis quimiosmótica</li> <li>j) La A TP sintasa</li> </ul> </li> <li>5. Vía de las pentosas <ul style="list-style-type: none"> <li>f) Etapa oxidativa: regeneración de NADPH; conversión de glucosa 6-fosfato en ribulosa 5-fosfato</li> <li>g) Etapa no oxidativa: síntesis de azúcares de cinco carbonos; reacciones catalizadas por las enzimas transcetolasas y aldolasas; conversión de la ribosa 5-fosfato en intermediarios glicolíticos</li> </ul> </li> <li>6. Gluconeogénesis <ul style="list-style-type: none"> <li>h) Reacciones enzimáticas características (puntos de control)</li> <li>i) Comparación con las reacciones de la glucólisis y regulación</li> <li>j) El ciclo de Cori</li> </ul> </li> </ul>			
--	--	--	--

<p>7. Metabolismo del glucógeno</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>h) Movilización del glucógeno para producir glucosa</li> <li>i) Enzimas involucradas en la degradación del glucógeno</li> <li>j) Escisión fosforolítica del glucógeno</li> <li>k) Regulación de las fosforilasas en el músculo e hígado</li> <li>l) Regulación de la síntesis del glucógeno por la glucógeno sintasa</li> <li>m) Papel de la UDP-glucosa</li> <li>n) Regulación recíproca de la degradación y síntesis del glicógeno</li> </ul> <p>8. Metabolismo de aminoácidos y ciclo de la urea</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>e) Rutas metabólicas de grupos de aminoácidos</li> <li>f) Transporte de aminoácidos</li> <li>g) Excreción de nitrógeno y ciclo de la urea</li> <li>h) Degradación de aminoácidos</li> </ul> <p>9. Metabolismo del colesterol</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>g) Compuestos lipídicos de membranas biológicas</li> <li>h) Ruta mevalónica para la síntesis del colesterol</li> <li>i) Regulación de la síntesis del colesterol</li> <li>j) Propiedades de las lipoproteínas plasmáticas</li> <li>k) Hipercolesterolemia y aterosclerosis (estatinas )</li> <li>l) Derivados importantes del colesterol (sales biliares, hormonas, vitamina D)</li> </ul> <p>10. Degradación y biosíntesis de los ácidos grasos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i) Ácidos grasos. Importancia fisiológica de los ácidos grasos</li> <li>j) Etapas de la degradación y síntesis de</li> </ul>			
--	--	--	--

<p>los ácidos grasos</p> <p>k) Movilización de los triacilgliceroles para su utilización como combustibles</p> <p>l) Vía de la <math>\beta</math>-oxidación</p> <p>m) Oxidación de los ácidos grasos en los peroxisomas</p> <p>n) Formación de los cuerpos cetónicos</p> <p>o) Acción de la ácido graso sintetasa</p> <p>p) Mecanismos de control del metabolismo de los ácidos grasos</p>			
<p><b>Estrategias didácticas recomendadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos/ proyectos</li> </ul>	<p><b>Recursos didácticos requeridos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarron</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarron, borrador</li> <li>• Computadora</li> </ul>		<p><b>Tiempo destinado</b> 27 Horas teóricas</p>
<b>EVALUACIÓN</b>			
<b>Criterios de desempeño</b>	<b>Productos o Evidencias</b>		
<p><b>EL ALUMNO:</b></p> <p>Trabaja en equipo, refleja sus conocimientos al interpretar la realidad</p> <p>2. Incluye más variables en los casos de estudios analizados.</p> <p>3. Pregunta ligando conocimientos de otras asignaturas o de casos anteriores de la misma asignatura.</p> <p>4. Presenta fuentes de información adicionales, usa más bibliografía, consulta fuentes en un segundo idioma, entre otras.</p> <p>6. Aprovecha la dosificación de la asignatura para llegar a las clases con dudas o comentarios.</p> <p>7. Investiga o lee y participa activamente en clase.</p> <p>8. Se observa un incremento gradual del nivel de madurez del alumno a lo largo del curso.</p>	<p>Examen para evaluar razonamiento y pensamiento crítico.</p> <p>2. Construcción de un ensayo, considerando que el estudiante compara y analiza los trabajos publicados por varios autores y elabora sus propias conclusiones.</p> <p>4. Participación individual y en grupos de discusión</p> <p>5. Resolución de ejercicios en grupos de discusión</p> <p>Exposición oral, considerando que el estudiante busca, resume e integra la información de un tema en particular.</p>		

## V. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA

Se espera que el alumno por medio de procesos de construcción e integración del conocimiento adquiera una perspectiva adecuada de la relación macromolécula-célula-organismo-ambiente, a través de estrategias que estimulen el pensamiento crítico y reflexivo con un enfoque termodinámico

UNIDAD DE COMPETENCIA I V V.-Integración Metabólica	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
1. Integración metabólica c) Metabolismo en tejidos: hígado, adipositos, músculo y cerebro d) Regulación hormonal del metabolismo 2. Señalización c) Interacción ligando-receptor Transducción de señales	1. Búsqueda, análisis y síntesis de información.  2. Reflexiona, argumenta y expresa juicios críticos.  3. Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma	1. Uso en las tics 2. Aplicar los conocimientos en la práctica 3. Aprende de forma autónoma 4. Trabaja en forma colaborativa 5. Capacidad de comprensión de textos en inglés.	1. Capacidad de expresión y comunicación 2. Capacidad para organizar y planificar el tiempo 3. Capacidad de trabajo en equipo 4. Compromiso con la calidad 5. Compromiso ético 6. Compromiso con su medio sociocultural 7. Integridad, respeto y equidad.
EVALUACIÓN			
Criterios de desempeño		Productos o Evidencias	
EL ALUMNO:  Trabaja en equipo, refleja sus conocimientos al interpretar la realidad 2. Incluye más variables en los casos de estudios analizados. 3. Pregunta ligando conocimientos de otras asignaturas o de casos anteriores de la misma asignatura. 4. Presenta fuentes de información adicionales, usa más bibliografía, consulta fuentes en un segundo idioma, entre otras. 6. Aprovecha la dosificación de la asignatura para llegar a las		Examen para evaluar razonamiento y pensamiento crítico. 2. Construcción de un ensayo, considerando que el estudiante compara y analiza los trabajos publicados por varios autores y elabora sus propias conclusiones. 4. Participación individual y en grupos de discusión 5. Resolución de ejercicios en grupos de discusión Exposición oral, considerando que el estudiante busca, resume e integra la información de un tema en particular.	

clases con dudas o comentarios. 7. Investiga o lee y participa activamente en clase. 8. Se observa un incremento gradual del nivel de madurez del alumno a lo largo del curso.		
<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos/ proyectos</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarron</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarron, borrador</li> <li>• Computadora</li> </ul>	<b>Tiempo destinado:</b>  6 Horas teóricas

### IX. EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN RECOMENDADA

DIFERENTES MODALIDADES DE EXAMENES PARCIALES (11): EXAMEN A CASA, DE OPCIÓN MÚLTIPLE, PROBLEMARIOS, PROYECTOS DE APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO, ENSAYOSPRESENTACIONES EN CLASE, EXÁMENES DE RESPUESTAS CORTAS, ENTRE OTROS.	80%
TAREAS	20%
<b>TOTAL: 100%</b>	

### X. BIBLOGRAFÍA

BÁSICA	COMPLEMENTARIA
Mathews CK; Rolde KE; Ahem KG. Biochemistry. 3a ed (2000) Addison Wesley Nelson DL; Cox MM. LehningerPrinciplesofBiochemistry. 4a ed, (2004) Freeman & Co. Berg J et al. Biochemistry Sa ed (2002) Freeman &Co. Morris JG Fisicoquímica para Biólogos. De Reverté SA (1976) Lodish R ; Berk A et al. Biología Celular y Molecular 4a ed (2003)Ed. Panamericana	Artículos seleccionados relacionados a los temas del curso

**NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:**

**Biotecnología Vegetal**

## PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE POR COMPETENCIAS

### I. IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>CENTRO/UNIDAD ACADÉMICA:</b> CENTRO DE INVESTIGACION EN BIOTECNOLOGIA								
<b>PROGRAMA EDUCATIVO:</b> Maestría en Biotecnología					<b>ACADEMIA LOCAL A LA QUE PERTENECE:</b>			
<b>FECHA DE APROBACIÓN POR LOS H. H.:</b> <b>CONSEJO TÉCNICO:</b> <b>COMITÉ ACADÉMICO DE ÁREA:</b> <b>CONSEJO UNIVERSITARIO:</b>					<b>PROGRAMA ELABORADO POR:</b> Dra. Patricia Castillo España Dr. José de Jesús Arellano García Dra. IrenePereaArango			
<b>NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:</b> Biotecnología Vegetal			<b>CICLO:</b>	<b>SEMESTRE:</b>	<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b> Octubre 2012 <b>FECHA DE REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN:</b>			
Clave	Teoría H/S/M	Prácticas H/S/M	Total de Horas	Créditos	Tipo de Unidad de aprendizaje	Carácter de la Unidad de Aprendizaje	Núcleo de formación	Modalidad
	5	2		12	Teórico - práctico	Obligatorio de elección	Básico	Presencial
<b>Prerrequisitos</b>  Comprensión de textos en español (inglés), redacción y lectura.			<b>Unidad(es) de aprendizaje antecedente</b>			<b>Unidad(es) de aprendizaje consecuentes</b>		
<b>Programas Académicos en los que se imparte:</b>								

## II.PRESENTACIÓN

La biotecnología vegetal, es una disciplina integradora que hace uso de los conocimientos generados en biología vegetal, bioquímica, biología molecular, bio-informática y genómica, para desarrollar procesos de producción de bienes que contribuyen al desarrollo de la sociedad. El impacto que ha tenido la biotecnología vegetal en los últimos años, nos muestra la necesidad de dotar a los estudiantes de la Maestría en Biotecnología con los conocimientos básicos de biotecnología vegetal, para su desarrollo profesional.

## III.LINEAMIENTOS DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

DOCENTE	ALUMNO
<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentar y cumplir con el programa en su totalidad, en los tiempos establecidos.</li><li>• Asistencia al 100% de las sesiones.</li><li>• Utilizar el equipo y material bibliográfico aunado a técnicas didáctico-pedagógicas necesarias y acordes en la impartición de la clase.</li><li>• Evaluar el trabajo en las fechas estipuladas, informando oportunamente los resultados parciales y finales.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Puntualidad.</li><li>• Entrega oportuna de los trabajos usando los medios bibliográficos y medio gráficos necesarios, respetando en todo momento el derecho de autor de las fuentes.</li><li>• Participar con disciplina y orden, logrando el máximo aprovechamiento académico.</li><li>• Actuar con respeto hacia el docente, el grupo y la institución y el espacio.</li></ul>

#### IV. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El principal objetivo del curso es proporcionar a los estudiantes del posgrado, que tienen muy diversas formaciones y orientaciones, un panorama general del alcance de la Biotecnología Vegetal. Que el alumno aprenda los principios, técnicas y aplicaciones del cultivo de tejidos vegetales, ingeniería genética y ciencias “ómicas”, exponiéndolo a los problemas y desafíos actuales en el área de la Biotecnología Vegetal.

Al finalizar el curso el alumno habrá adquirido los conocimientos que le permitan tener un sentido crítico sobre la aplicación de la Biotecnología Vegetal considerando aspectos de bioseguridad, bioética y conservación de los recursos naturales. Igualmente, el alumno reconocerá la importancia y el potencial del cultivo de células y tejidos vegetales para su aplicación en investigación básica y sistemas productivos como son la producción de productos naturales.

V. COMPETENCIAS PROFESIONALES	VI. CONTRIBUCIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE AL PERFIL DE EGRESO
21. Manejar conceptos actuales de las ciencias básicas que inciden en el campo de la Biotecnología.	5. En la adquisición de herramientas para el manejo crítico de la información científica y/o técnica relativa a la Biotecnología, de fuentes especializadas de actualidad.
22. Manejar de manera crítica la información científica y/o técnica relativa a la Biotecnología, de fuentes especializadas de actualidad.	6. En la obtención de habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada que incidan en la solución de problemas ambientales, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.
23. Poseer habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada que incidan en la solución de problemas ambientales, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.	7. En la obtención de habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada en el área de productos naturales, que incidan en la industria, agricultura y salud, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.
24. Poseer habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada en el área de productos naturales, que incidan en la industria, agricultura y salud, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.	8. En el desarrollo de técnicas relacionadas con la comunicación oral y escrita, que le permitan comunicar conocimientos del ámbito de la biotecnología de una manera clara y precisa.
25. Aplicar herramientas biotecnológicas en el desarrollo y/o innovación de procesos industriales.	9. En el progreso de su habilidad para el trabajo en grupos multidisciplinarios.

26. Transmitir conocimientos del ámbito de la biotecnología de forma oral y escrita.	
27. Capacidad para incidir en la formación de recursos humanos en el ámbito de la biotecnología en diversos niveles educativos.	
28. Desarrollan capacidades para trabajar en equipo	

### VII. ÁMBITOS DE DESEMPEÑO

- Actividades en el Aula
- Prácticas de Laboratorio

### VIII. ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

UNIDADES DE COMPETENCIA / CONTENIDOS	SECUENCIA TEMÁTICA
1. Introducción y arquitectura de las plantas superiores. 2. Cultivo de tejidos vegetales: la manipulación del desarrollo de la planta. 3. Producción y evaluación de metabolitos secundarios. 4. Ingeniería genética y ciencias “ómicas”.	1. Introducción y arquitectura de las plantas superiores 1.1. La biotecnología vegetal en el siglo XXI alcances y desafíos. Biodiversidad en México. Problemática agrícola y ecológica. La biotecnología aplicada a la manipulación de plantas medicinales. 1.2. Arquitectura de las plantas superiores. Tejidos adultos y tejidos embrionarios (meristemos). 1.3. Fundamentos de las herramientas empleadas en el cultivo de células y tejidos vegetales. 1.4. Rasgos distintivos de las células vegetales. Totipotencialidad, diferenciación, desdiferenciación. 2. Cultivo de tejidos vegetales: la manipulación del desarrollo de la planta Hormonas vegetales (reguladores de crecimiento) y transducción de señales: auxinas, citocininas, giberelinas, ácido abscísico, brasinoesteroides, etileno, ácido salicílico,

	<p>acidojasmónico y strigolactonas .</p> <p>Transducción de señales hormonales</p> <p>Ruta de señalización de las auxinas y giberelinas</p> <p>Ruta de señalización de las citocininas y etileno</p> <p>Ruta de señalización del ácido abscísico y el ácido jasmónico.</p> <p>2.1. Cultivo de tejido de callos y suspensiones celulares</p> <p>2.1.1 Cultivo de callos</p> <p>2.1.2 Cultivo de células en suspensión</p> <p>2.1.2.1. Viabilidad celular, crecimiento, consumo de nutrientes, morfología celular y determinación de biomasa.</p> <p>2.2.2.2. Cinéticas de crecimiento. Determinación de parámetros cinéticos: velocidad específica de crecimiento, velocidad de consumo de nutrientes, tiempo de duplicación, rendimientos, productividad.</p> <p>2.2. Métodos de regeneración de plantas in vitro</p> <p>2.2.1 Organogénesis</p> <p>2.2.2 Organogénesis indirecta</p> <p>2.2.3 Organogénesis directa</p> <p>2.2.4 Embriogénesis somática</p> <p>2.3. Bioreactores y escalamiento de cultivos vegetales.</p> <p>2.4. Hiperhidricidad y aclimatización</p> <p>2.5. Cultivo de células vegetales en bioreactores</p> <p>2.6. Estabilidad genética</p> <p>3. Producción y evaluación de metabolitos secundarios</p> <p>3.1. Métodos de extracción e identificación de los principales grupos de metabolitos secundarios.</p> <p>3.2. Metabolómica.</p> <p>4. Ingeniería genética, bioinformática y ciencias “ómicas”</p> <p>4.1 Conceptos básicos sobre biología molecular, bioinformática y ciencias “ómicas”.</p> <p>4.2. Transformación genética y técnicas de detección y caracterización de plantas genéticamente modificadas.</p> <p>4.3. Sistemas de producción de moléculas de interés farmacológico.</p> <p>4.4. Regulación y bioseguridad.</p>
--	--

## IX. DESARROLLO DE CADA UNIDAD DE APRENDIZAJE

### IV. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA

Que el estudiante conozca, entienda y comprenda la estructura de las plantas superiores, así como los alcances y desafíos de la biotecnología vegetal.

UNIDAD DE COMPETENCIA I	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
<p><b>Introducción y arquitectura de las plantas superiores.</b></p> <p>1.1. La biotecnología vegetal en el siglo XXI, alcances y desafíos. Biodiversidad en México Problemática agrícola y ecológica., La biotecnología aplicada a la manipulación de plantas medicinales.</p> <p>1.2. Arquitectura de las plantas superiores. Tejidos adultos y tejidos embrionarios (meristemas).</p> <p>1.3. Fundamentos de las herramientas empleadas en el cultivo de células y tejidos vegetales.</p> <p>1.4. Rasgos distintivos de las células vegetales. Totipotencialidad, diferenciación, desdiferenciación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>• Capacidad de actualizarse permanentemente.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información.</li> <li>• Habilidad para el trabajo en forma colaborativa.</li> <li>• Capacidad de comprensión de textos en inglés.</li> <li>• Capacidad de expresión y comunicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compromiso con la preservación del medio ambiente.</li> <li>• Valoración y respeto por el entorno.</li> <li>• Compromiso ético.</li> <li>• Integridad, respeto y equidad.</li> </ul>
<p><b>Estrategias didácticas recomendadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>	<p><b>Recursos didácticos requeridos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> <li>• Bocinas</li> <li>• Cámara fotográfica</li> <li>• Cámara de videograbación</li> <li>• Grabadora</li> </ul>	<p><b>Tiempo destinado:</b> 10 Horas Teóricas 0 Horas Práctica</p>	

<b>EVALUACIÓN</b>	
<b>Criterios de desempeño</b>	<b>Productos o Evidencias</b>
<p><b>EL ALUMNO:</b></p> <p>Conoce y comprende la estructura de las plantas superiores y aplicaciones de la biotecnología vegetal en la actualidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen escrito (evalúa el razonamiento y pensamiento crítico).</li> <li>• Redacción de Ensayos y/o proyectos (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía).</li> <li>• Presentación de Ponencias y/o videos (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, lenguaje, redacción y ortografía).</li> </ul>
<p><b>V. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA II</b></p> <p>Que el estudiante investigue, conozca y comprenda las técnicas y características del cultivo de tejidos como herramienta básica para la biotecnología vegetal.</p>	

<b>UNIDAD DE COMPETENCIA II</b>	<b>ELEMENTOS DE COMPETENCIA</b>		
	<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes y Valores</b>
<p>Cultivo de tejidos vegetales: la manipulación del desarrollo de la planta</p> <p>Hormonas vegetales (reguladores de crecimiento) y transducción de señales: auxinas, citocininas, giberelinas, ácido abscísico, brasinoesteroides, etileno, ácido salicílico, ácido jasmónico y strigolactonas .</p> <p>Transducción de señales hormonales</p> <p>Ruta de señalización de las auxinas y giberelinas</p> <p>Ruta de señalización de las citocininas y etileno</p> <p>Ruta de señalización del ácido abscísico y el ácido jasmónico.</p> <p>2.1. Cultivo de tejido de callos y suspensiones celulares</p> <p>2.1.1 Cultivo de callos</p> <p>2.1.2 Cultivo de células en suspensión</p> <p>2.1.2.1. Viabilidad celular, crecimiento, consumo de nutrientes, morfología celular y determinación de biomasa.</p> <p>2.2.2.2. Cinéticas de crecimiento. Determinación de parámetros cinéticos: velocidad específica</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>• Capacidad de actualizarse permanentemente.</li> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información.</li> <li>• Habilidad para el trabajo en forma colaborativa.</li> <li>• Capacidad de comprensión de textos en inglés.</li> <li>• Capacidad de expresión y comunicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compromiso con la preservación del medio ambiente.</li> <li>• Valoración y respeto por el entorno.</li> <li>• Compromiso ético.</li> <li>• Integridad, respeto y equidad.</li> </ul>

<p>de crecimiento, velocidad de consumo de nutrientes, tiempo de duplicación, rendimientos, productividad.</p> <p>2.2. Métodos de regeneración de plantas in vitro</p> <p>2.2.1 Organogénesis</p> <p>2.2.2 Organogénesis indirecta</p> <p>2.2.3 Organogénesis directa</p> <p>2.2.4 Embriogénesis somática</p> <p>2.3. Bioreactores y escalamiento de cultivos vegetales.</p> <p>2.4. Hiperhidricidad y aclimatización</p> <p>2.5. Cultivo de células vegetales en bioreactores</p> <p>2.6. Estabilidad genética</p>			
<p><b>Estrategias didácticas recomendadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> <li>• Trabajo de laboratorio</li> </ul>	<p><b>Recursos didácticos requeridos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> <li>• Bocinas</li> <li>• Cámara fotográfica</li> <li>• Cámara de videgrabación</li> </ul>		<p><b>Tiempo destinado:</b></p> <p>40Horas teóricas 0 Horas prácticas</p>
<b>EVALUACIÓN</b>			
<b>Criterios de desempeño</b>		<b>Productos o Evidencias</b>	
<p><b>EL ALUMNO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja en equipo, refleja sus conocimientos al interpretar la realidad.</li> <li>• Investiga, lee y participa activamente en clase.</li> <li>• Comprende las características e importancia del cultivo de tejidos vegetales.</li> <li>• Propone soluciones empleando las herramientas del cultivo <i>in vitro</i> a problemas de su entorno.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen escrito (evalúa el razonamiento y pensamiento crítico).</li> <li>• Redacción de Ensayos y/o proyectos (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía)</li> <li>• Presentación de Ponencias y/o videos (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, lenguaje, redacción y ortografía).</li> </ul>	

**VI. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA III**

Investiga, conoce y comprende las técnicas necesarias para la producción de metabolitos secundarios.

UNIDAD DE COMPETENCIA III	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Producción y evaluación de metabolitos secundarios 3.1. Métodos de extracción e identificación de los principales grupos de metabolitos secundarios. 3.2. Metabolómica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>• Capacidad de actualizarse permanentemente.</li> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>• Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información.</li> <li>• Habilidad para el trabajo en forma colaborativa.</li> <li>• Capacidad de comprensión de textos en inglés.</li> <li>• Capacidad de expresión y comunicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compromiso con la preservación del medio ambiente.</li> <li>• Valoración y respeto por el entorno.</li> <li>• Compromiso ético.</li> <li>• Integridad, respeto y equidad.</li> </ul>
<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos/ proyectos</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> <li>• Bocinas</li> <li>• Cámara fotográfica</li> <li>• Cámara de videograbación</li> </ul>		<b>Tiempo destinado:</b> 11 Horas teóricas 0 Horas práctica

EVALUACIÓN	
Criterios de desempeño	Productos o Evidencias
<b>EL ALUMNO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Trabaja en equipo, refleja sus conocimientos al interpretar la realidad.</li> <li>Investiga, lee y participa activamente en clase.</li> <li>Propone soluciones para el estudio y producción de productos naturales empleando sus conocimientos de las herramientas biotecnológicas.</li> </ul>	Redacción de Ensayos (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía). Presentación Ponencias (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía). Evaluación escrita de conocimientos.

**PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA IV**  
 Conocer, entender y comprender el potencial de la biotecnología, la biodiversidad y los recursos genéticos para la innovación en los sistemas productivos del país, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.

UNIDAD DE COMPETENCIA IV	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Ingeniería genética, bioinformática y ciencias “ómicas” 4.1 Conceptos básicos sobre biología molecular, bioinformática y ciencias “ómicas”. 4.2. Transformación genética y técnicas de detección y caracterización de plantas genéticamente modificadas. 4.3. Sistemas de producción de moléculas de interés farmacológico. 4.4. Regulación y bioseguridad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>Capacidad de actualizarse permanentemente.</li> <li>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.</li> <li>Capacidad de comunicación oral y escrita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>Habilidades para buscar, procesar y analizar información.</li> <li>Habilidad para el trabajo en forma colaborativa.</li> <li>Capacidad de comprensión de textos en inglés.  Capacidad de expresión y comunicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compromiso con la preservación del medio ambiente.</li> <li>Valoración y respeto por el entorno.</li> <li>Compromiso ético.</li> <li>Integridad, respeto y equidad.</li> </ul>

<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> <li>• Bocinas</li> <li>• Cámara fotográfica</li> <li>• Cámara de videograbación</li> </ul>	<b>Tiempo destinado:</b> 11 Horas teóricas 0 Horas práctica
---	--	---

**EVALUACIÓN**

Criterios de desempeño	Productos o Evidencias
<b>EL ALUMNO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja en equipo, refleja sus conocimientos al interpretar la realidad.</li> <li>• Investiga, lee y participa activamente en clase.</li> <li>• Propone soluciones para el estudio y producción de productos naturales empleando sus conocimientos de las herramientas biotecnológicas.</li> </ul>	Redacción de Ensayos (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía). Presentación Ponencias (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía). Evaluación escrita de conocimientos.

**IX. EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN RECOMENDADA**

EXAMEN 1er PARCIAL: 30% EXAMEN 2do PARCIAL: 30 % ,PRACTICAS DE LABORATORIO, ENSAYOS, ESCRITURA DE PROYECTOS Y/O PONECIAS : 40%  <p align="center"><b>TOTAL: 100%</b></p>
--

**X. BIBLOGRAFÍA**

BÁSICA	COMPLEMENTARIA
1. Genetic Modification of Plants: Methods and Applications by Edwin B. Herman, Editor, Agricell Report. (April, 2009).	1. Plant Propagation by Tissue Culture. E.F. George <i>et al.</i> (eds) 3 <sup>rd</sup> . edition Springer, Dorderecht, The Neatherlands. 2008 .
2. Plant Biotechnology: The Genetic Manipulation of Plants by Adrian Slater, Nigel	2. Plant Physiology By Lincoln Taiz and Eduardo Zeiger.

<p>W.Scott, andMark R. Fowler. Oxford University Press, USA; 2edition (June 2, 2008).</p> <p>3. Plant Biotechnology and Genetics: Principles, Techniques and Applications by C. Neal Stewart Jr. 372 pages Publisher: Oxford University Press, USA; 2 edition (June 2, 2008).</p>	<p>PublisherSinauerAssociates, Inc.; Fifth edition (May 31, 2010).</p>
---	--

**NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:**

**Microbiología**

**PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE POR COMPETENCIAS**

**I. IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

<b>CENTRO/UNIDAD ACADÉMICA:</b> Centro de Investigación en Biotecnología								
<b>PROGRAMA EDUCATIVO:</b> Maestría en Biotecnología					<b>ACADEMIA LOCAL A LA QUE PERTENECE:</b> Academia General de Ciencias Naturales			
<b>FECHA DE APROBACIÓN POR LOS H. H.:</b> <b>CONSEJO TÉCNICO:</b> <b>COMITÉ ACADÉMICO DE ÁREA:</b> <b>CONSEJO UNIVERSITARIO:</b>					<b>PROGRAMA ELABORADO POR:</b> Dra. Elba Cristina Villegas Villarreal			
<b>NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:</b> Microbiología			<b>CICLO:</b> Básico	<b>SEMESTRE:</b> 1ro y/o 2do	<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b> 12 Octubre 2012 <b>FECHA DE REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN:</b> 30 Noviembre 2012			
<b>Clave</b>	<b>Teoría H/S/M</b>	<b>Prácticas H/S/M</b>		<b>Créditos</b>	<b>Tipo de Unidad de aprendizaje</b>	<b>Carácter de la Unidad de Aprendizaje</b>	<b>Núcleo de formación</b>	<b>Modalidad</b>
	5	2		12	Teórico - práctico	Obligatorio	Básico	Presencial
<b>Prerrequisitos</b>  Comprensión de textos en español (inglés), redacción y lectura.			<b>Unidad(es) de aprendizaje antecedente</b> Curso propedéutico			<b>Unidad(es) de aprendizaje consecuentes</b> Cursos optativos		
<b>Programas Académicos en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología								

## II.PRESENTACIÓN

El curso de Microbiología tiene como propósito general brindar al estudiante una visión integral sobre el estudio de los microorganismos. Abordando las teorías sobre el origen de la vida, toma de muestras y su preservación, los criterios básicos para aislar e identificar bacterias y hongos (morfológicos, bioquímicos e inmunológicos), a través del reconocimiento de estructuras básicas en las células procariontes y eucariontes, realizando observaciones al microscopio mediante el uso de tinciones y del microscopio, abordando temas de cultivo, crecimiento, producción de metabolitos primarios y secundarios, interacciones entre microorganismos, y su relación con el desarrollo de la biotecnología ambiental (aire, agua y suelo), industrial (alimentos, vinos, medica), Agrícola.

## III.LINEAMIENTOS DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

DOCENTE	ALUMNO
<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentar y cumplir con el programa en su totalidad, en los tiempos establecidos.</li><li>• Asistencia al 100% de las sesiones.</li><li>• Propiciar la disciplina, orden y organización de la clase.</li><li>• Utilizar el equipo y material bibliográfico aunado a técnicas didáctico-pedagógicas necesarias y acordes en la impartición de la clase.</li><li>• Evaluar el trabajo en las fechas estipuladas, informando oportunamente los resultados parciales y finales.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Asistencia al 80% del curso, para tener derecho a evaluaciones parciales y final.</li><li>• Puntualidad.</li><li>• Entrega oportuna de los trabajos usando los medios bibliográficos y medio gráficos necesarios, respetando en todo momento el derecho de autor de las fuentes.</li><li>• Participar con disciplina y orden y lograr el máximo aprovechamiento académico.</li><li>• Tolerancia de 15 minutos para el acceso a clases.</li><li>• Actuar con respeto hacia el docente, el grupo y la institución y el espacio.</li></ul>

#### IV. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Dotar al estudiante con conocimientos básicos sobre las teorías acerca del origen de la vida, evolución, así como criterios teóricos para identificar a los principales microorganismos, distinguiendo características principales como su estructura al microscopio, usando medio de cultivo selectivos y diferenciales basados en el reconocimiento de reacciones bioquímicas e inmunológicas, técnicas moleculares que puedan aplicarse en áreas de la biotecnológica ambiental, salud, industrial y agrícola.

V. COMPETENCIAS PROFESIONALES	VI. CONTRIBUCIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE AL PERFIL DE EGRESO
<p>9. Manejan conceptos actuales de las ciencias básicas que inciden en el campo de la Biotecnología.</p> <p>10. Manejan de manera crítica la información científica y/o técnica relativa a la Biotecnología, de fuentes especializadas de actualidad.</p> <p>11. Poseen habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada que inciden en la solución de problemas ambientales, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.</p> <p>12. Poseen habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada en el área de productos naturales, que inciden en la industria, agricultura y salud, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.</p> <p>13. Aplican herramientas biotecnológicas en el desarrollo y/o innovación de procesos industriales.</p> <p>14. Transmiten conocimientos del ámbito de la biotecnología de forma oral y escrita.</p> <p>15. Tienen la capacidad de incidir en la formación de recursos humanos en el ámbito de la biotecnología en diversos niveles educativos.</p>	<p>8. El estudiante será capaz de seleccionar y manejar equipo básico, materiales y reactivos y las medidas de seguridad utilizadas en la organización y el manejo de un laboratorio de microbiología</p> <p>9. Será capaz de seleccionar y aplicar técnicas en el muestreo, aislamiento, caracterización e identificación de microorganismos basándose en los criterios Morfológicos, Bioquímicos, Inmunológicos y de Biología Molecular empleados en el área de microbiología,</p> <p>10. Podrá manejar diferentes procesos de esterilización, cultivo y preservación de microorganismos así como el manejo y disposición de residuos o desechos del laboratorio.</p> <p>11. Conocerá el uso del equipo básico de laboratorio, campanas de inoculación, incubadoras, microscopios, autoclave, balanzas, placas de calentamiento, pipetas de repetición, pH, contadores de colonias, espectrofotómetro, etc.</p> <p>12. Mediante la revisión de artículos científicos podrá proponer proyectos de investigación</p> <p>13. Será capaz de llevar una bitácora de laboratorio, formular preguntas, llevar a cabo discusiones, realizar reportes escritos, presentaciones y discusiones individuales y/o equipo</p>

16. Desarrollan capacidades para realizar trabajo en equipo.	14. Conocer laboratorios certificados gubernamentales, industriales y privados
<b>Aplicables en contexto</b> 7 Capacidad para la toma de decisiones en seleccionar técnicas y procesos microbiológicos 8 Capacidad para desarrollar trabajo participativo y colaborativo 9 Capacidad de convivencia, respeto, solidaridad 10 Sentido de pertenencia 11 Habilidad para determinar áreas de oportunidad con sectores sociales y industriales 12 Habilidad solucionar problemas reales en la industria de biotecnología ambiental, sanitaria, alimentaria y agrícola	8. Integridad profesional 9. Compromiso 10. Honradez 11. Responsabilidad 12. Respeto 13. Justicia 14. Tolerancia

### VII. ÁMBITOS DE DESEMPEÑO

- Actividades en el aula
- Prácticas de Laboratorio
- Prácticas de campo (Toma de muestras ambientales: agua, aire y suelo)
- Visitas a laboratorios certificados e industria

### VIII. ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

UNIDADES DE COMPETENCIA / CONTENIDOS	SECUENCIA TEMÁTICA
13. <b>Microbiología: Desarrollo histórico y Conceptos básicos</b> 14. <b>Estructura y Función</b> 15. <b>Metabolismo y crecimiento</b> 16. <b>Técnicas microbiológicas</b> 17. <b>Ecología microbiana y Biotecnología</b>	<b>1. Microbiología: Desarrollo histórico y Conceptos básicos</b> 1.1. Teorías del origen de la vida 1.2. Concepto de microbiología 1.3. Importancia de los microorganismos. Archaea, Bacteria: Bacillaceae y Cocáceas y Eucarya: Protozoarios, Hongos y Levaduras 1.4. Historia de la microbiología y áreas afines 1.5. Taxonomía y sistemática

- 1.6 Compilaciones de sistemática de procariotas: El "Bergey's Manual"
- 1.7 Principales características utilizadas en clasificación e identificación
- 1.8 Importancia de la microbiología y su relaciones con otras ciencias biológicas
- 1.9 Dominios: Archaea, Bacteria: Bacillaceae y Cocáceas y Eucarya: Protozoarios, Hongos y Levaduras
  
- 2. Estructura y Función**
- 2.1 Bacterias y Cianobacaterias
- 2.2 Criterios de clasificación
  - 2.2.2 Clasificación de Whitaker
  - 2.2.3 Clasificación Metabólica
  - 2.2.4 Morfología al microscopio y de colonia en agar
  - 2.2.5 Tinciones de Gram, esporas, capsula, etc.
  - 2.2.6 Identificación de bacilos, cocos, espiroquetas, estructuras amorfas
  - 2.2.7 Principales grupos bacterianos
  - 2.2.8 Bactericinas, cianotoxinas y otras toxinas
  - 2.2.9 Importancia ambiental, sanitaria, alimenticia, agrícola
- 2.3 Estructuras bacterianas
  - 2.3.1 Identificación de pared celular
  - 2.3.2 peptidoglican
  - 2.3.3 membrana de fosfolipidos
  - 2.3.4 ribosomas
  - 2.3.5 DNA, plasmidos
  - 2.3.6 vesículas
  - 2.3.7 flagelo
  - 2.3.8 fimbria,
  - 2.3.9 pili,
  - 2.3.10 cápsula,
  - 2.3.11 antígenos,
  - 2.3.12 esporas,

- 3. Metabolismo y crecimiento**
- 3.1. Definición de metabolismo
- 3.2. Fuentes de energía y nutrición utilizada por los microorganismos
- 3.3. Crecimiento microbiano
- 3.4. Medios de cultivo
- 3.5. Crecimiento
  - 3.5.1. Medición del crecimiento
  - 3.5.2. 3.5.1.1 Biomasa
  - 3.5.3. Unidades formadoras de colonia
  - 3.5.4. Absorbancia
  - 3.5.5. Proteína total
- 3.6. Efecto de los factores ambientales sobre el crecimiento
  - 3.6.1. Efecto de la temperatura
  - 3.6.2. Efecto del pH
  - 3.6.3. Efecto del oxígeno o condiciones anaerobias
- 3.6 Metabolitos primarios y secundarios
  - 3.6.1 Enzimas
  - 3.6.2 Bactericinas. antibióticos, fungicidas
  - 3.6.3 Pigmentos
  - 3.6.4 Esporas
  - 3.6.5 Toxinas
- 3.7 Acción de los agentes químicos sobre los microorganismos
  - 3.7.1 Antibióticos
  - 3.7.2 Fungicidas
  - 3.7.3 Otros agentes: Plata coloidal, Iodo, Cromo, Alcohol, Fenol, radiaciones UV, etc.
  - 3.7.4 Catabolismo y anabolismo
  - 3.7.5 Fosforilación
  - 3.7.6 Catabolismo de carbohidratos
  - 3.7.7 Respiración aerobia y anaerobia
  - 3.7.8 Fermentación
  - 3.7.9 Quimiósmosis
- 3.8 Fotosíntesis Conjugación, Plásmidos Transducción

	<p><b>4. Técnicas microbiológicas</b></p> <p>4.1 Técnica de siembra</p> <p>4.2 Pruebas bioquímicas</p> <p>4.3 Antibiograma y Mínima Concentración Inhibitoria (MIC)</p> <p>4.4 Sistemas de identificación bacteriano CHROMOagar, Api, etc.</p> <p>4.5 Técnicas inmunológicas</p> <p>4.6 Técnicas de biología molecular</p>
--	--

### IX. DESARROLLO DE CADA UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA

Conocer, entender, comprender

UNIDAD DE COMPETENCIA I	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
<p><b>1. Microbiología: Desarrollo histórico y Conceptos básicos</b></p> <p>1.1. Teorías del origen de la vida</p> <p>1.2. Concepto de microbiología</p> <p>1.3. Importancia de los microorganismos. Archaea, Bacteria: Bacillaceae y Cocáceas y Eucarya: Protozoarios, Hongos y Levaduras</p> <p>1.4. Historia de la microbiología y áreas afines</p> <p>1.5. Taxonomía y sistemática</p> <p>1.6. Compilaciones de sistemática de procariontes: El "Bergey's Manual"</p> <p>1.7. Principales características utilizadas en clasificación e identificación</p> <p>1.8. Importancia de la microbiología y su relaciones con otras ciencias biológicas</p> <p>1.9. Dominios: Archaea, Bacteria: Bacillaceae y Cocáceas y Eucarya: Protozoarios, Hongos y Levaduras</p>	<p>En la línea tiempo del origen del universo y de la vida ubicar el desarrollo de la vida en la tierra, el origen de las bacterias, los avances tecnológicos y científicos que contribuyeron al desarrollo de la microbiología. Y actualmente como y en que se basa su estudio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación</li> <li>• Retención</li> <li>• Comparación</li> <li>• Interpretación</li> <li>• Comprensión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apreciación</li> <li>• Opinión</li> <li>• Crítica</li> <li>• Reflexión</li> </ul>

<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> <li>• Trabajo de campo</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> <li>• Bocinas</li> <li>• Cámara fotográfica</li> <li>• Cámara de videograbación</li> <li>• Grabadora</li> </ul>	<b>Tiempo destinado:</b> 10 Horas Teóricas 0 Horas Práctica
<b>EVALUACIÓN</b>		
<b>Criterios de desempeño</b>	<b>Productos o Evidencias</b>	
<b>EL ALUMNO:</b> Capacidad para entender y discutir las teorías del origen del Universo y de la vida, las bases para la clasificación de los microorganismos. Realizar un análisis y discusión de la información científica consultada individualmente y en quipo	Redacción de Ensayos (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía) Presentación Ponencias (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía) Resumen de los resultados de las discusiones	
<b>PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA</b> Conocer, entender, comprender		

<b>UNIDAD DE COMPETENCIA II</b>	<b>ELEMENTOS DE COMPETENCIA</b>		
	<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes y Valores</b>
<b>2. Estructura y Función</b> 2.3 Bacterias y Cianobacterias 2.4 Criterios de clasificación 2.4.1 Clasificación de Whitaker 2.4.2 Clasificación Metabólica 2.4.3 Morfología al microscopio y de colonia en agares 2.4.4 Tinciones de Gram, esporas, capsula, etc 2.4.5 Identificación de bacilos, cocos, espiroquetas y estructuras amorfas 2.5 Estructuras bacterianas 2.5.1 Identificación de pared celular	Distinguir a las bacterias en base a su morfología al microscopio y con ayuda de tinciones encocos, bacilos, espirilos y bacterias amorfas. Reconocer estructuras características como pared, flagelo, capsula, espora, formación de biopelícula, movilidad, Y de utilizar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OBSERVACIÓN</li> <li>• RETENCIÓN</li> <li>• COMPARACIÓN</li> <li>• INTERPRETACIÓN</li> <li>• COMPRENSIÓN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APRECIACIÓN</li> <li>• OPINIÓN</li> <li>• CRÍTICA</li> <li>• REFLEXIÓN</li> </ul>

<p>2.5.2 Membrana de fosfolípidos  2.5.3 Capa de peptidoglicano  2.5.4 Ribosomas  2.5.5 DNA, plásmidos  2.5.6 Vesículas  2.5.7 Flagelo  2.5.8 fimbria,  2.5.9 pili,  2.5.10 cápsula,  2.5.11 antígenos,  2.5.12 esporas</p> <p>2.6 Principales grupos bacterianos.</p> <p>2.6.1 Bacilos: Enterobacterias: <i>Vibrio</i>, <i>E. coli</i>,  <i>Salmonella</i>, <i>Shigella</i>, <i>Pseudomonas</i>,  <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Bacillus thuringiensis</i>, etc.</p> <p>2.6.2 Cocos: <i>Enterococcus</i>, <i>Streptococcus</i>,  <i>Staphylococcus</i>, etc.</p> <p>2.6.3 Hongos y levaduras</p>	<p>esta información para entender las bases para su agrupación en las distintas familias, especies y subespecies. Aplicando los diferentes criterios para aislar, caracterizar e identificar bacterias en la diversidad de ambientes, agua, suelo, aire, muestras clínicas y de alimentos, etc.</p>		
<p><b>Estrategias didácticas recomendadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> <li>• Vistas a conocer microscopio electrónico</li> </ul>	<p><b>Recursos didácticos requeridos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> </ul>	<p><b>Tiempo destinado:</b></p> <p>10 Horas teóricas  0 Horas Práctica</p>	
<b>EVALUACIÓN</b>			
<b>Criterios de desempeño</b>		<b>Productos o Evidencias</b>	
<p><b>EL ALUMNO:</b></p> <p>7. Participa activamente en clase de manera individual o en grupo cuestionando y aportando ideas.</p> <p>8. Consulta y discusión de fuentes de información adicionales</p>		<p>Redacción de Ensayos (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía)  Presentación Ponencias (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía)</p>	

9. Debates de artículos científicos 10. Tareas específicas de investigación 11. Actividades creativas en el reporte de actividades, videos, presentaciones 12. Primer Examen parcial de conocimientos	Examen
<b>PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA</b> Conocer, entender, comprender	

<b>UNIDAD DE COMPETENCIA III</b>	<b>ELEMENTOS DE COMPETENCIA</b>		
<b>3. Metabolismo y crecimiento</b>	<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes y Valores</b>
3.1. Definición de metabolismo 3.2. Fuentes de energía y nutrición utilizada por los microorganismos 3.3. Crecimiento microbiano 3.4. Medios de cultivo 3.5. Crecimiento y reproducción 3.5.1. Medición del crecimiento 3.5.2. Biomasa 3.5.3. Unidades formadoras de colonia 3.5.4. Absorbancia 3.5.5. Proteína total 3.6. Efecto de los factores ambientales sobre el crecimiento 3.6.1. Efecto de la temperatura 3.6.2. Efecto del pH 3.6.3. Efecto del oxígeno o condiciones anaerobias 3.9. Metabolitos primarios y secundarios 3.9.1. Enzimas 3.9.2. Bactericinas. antibióticos, fungicidas 3.9.3. Pigmentos 3.9.4. Esporas 3.9.5. Toxinas 3.10. Acción de los agentes químicos sobre los microorganismos 3.10.1. Antibióticos 3.10.2. Fungicidas 3.10.3. Otros agentes: Plata coloidal, Iodo, Cromo, Alcohol, Fenol, radiaciones UV, etc.	Capacidad para evaluar parámetros y condiciones de cultivo, crecimiento, tipo de metabolismo y producción de metabolitos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación</li> <li>• Retención</li> <li>• Comparación</li> <li>• Interpretación</li> <li>• Comprensión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apreciación</li> <li>• Opinión</li> <li>• Crítica</li> <li>• Reflexión</li> </ul>

3.10.4 Catabolismo y anabolismo 3.10.5 Fosforilación 3.10.6 Catabolismo de carbohidratos 3.10.7 Respiración aerobia y anaerobia 3.10.8 Fermentación 3.10.9 Quimiósmosis			
<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición multimedia</li> <li>Asesoría grupal e individual</li> <li>Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>Redacción ensayos</li> <li>Debate</li> <li>Trabajo de campo</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pintarrón</li> <li>Cañón</li> <li>Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>Computadora</li> <li>Bocinas</li> <li>Cámara fotográfica</li> <li>Cámara de videograbación</li> <li>Grabadora</li> </ul>	<b>Tiempo destinado:</b> 10Horas teóricas 0 Horas práctica	
<b>EVALUACIÓN</b>			
<b>Criterios de desempeño</b>		<b>Productos o Evidencias</b>	
<b>EL ALUMNO:</b> Toma conciencia del porqué y el cómo se cultivan e identifican los microorganismos. Segundo Exámen Parcial		Redacción de Ensayos (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía) Presentación Ponencias (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía) Exámen	

UNIDAD DE COMPETENCIA IV	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
<b>4. Técnicas microbiológicas</b> 4.1 Técnica de siembra 4.2 Pruebas bioquímicas 4.3 Antibiograma y Mínima Concentración Inhibitoria (MIC), Sistemas de identificación bacteriano:CHROMOagar, Api, , etc. 4.4 Técnicas inmunológicas 4.5 Técnicas de biología molecular.	Evaluá los diferentes sistemas para cultivar, aislar, caracterizar e identificar bacterias en la diversidad de ambientes, agua, suelo aire muestras clínicas, de alimentos, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>OBSERVACIÓN</li> <li>RETENCIÓN</li> <li>COMPARACIÓN</li> <li>INTERPRETACIÓN</li> <li>COMPRENSIÓN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>APRECIACIÓN</li> <li>OPINIÓN</li> <li>CRÍTICA</li> <li>REFLEXIÓN</li> </ul>

<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> <li>• Bocinas</li> </ul>	<b>Tiempo destinado:</b> 10Horas teóricas 0 Horas práctica
<b>EVALUACIÓN</b>		
<b>Criterios de desempeño</b>	<b>Productos o Evidencias</b>	
<b>EL ALUMNO:</b> Valora los contenidos del entorno donde se desarrollan las actividades socioculturales. Reconoce la iconografía presente en los objetos patrimoniales y en los espacios arquitectónicos, urbanos y territoriales.	Redacción de Ensayos (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía) Presentación Ponencias (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía)	
<b>PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA</b> Conocer, entender, comprender		

UNIDAD DE COMPETENCIA IV	ELEMENTOS DE COMPETENCIA		
	Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
<b>5. Ecología microbiana y Biotecnología</b> 5.1 Microorganismos eucariotas 5.2 Papel de los microorganismos en los ciclos biogeoquímicos y su prevalencia 5.3 Interacciones benéficas y patógenas entre microorganismos-microorganismos, microorganismos-animales, microorganismos-plantas 5.4 Microbiología ambiental, agrícola, salud e industrial	Aplicar conocimientos teóricos para manejar las interacciones benéficas y controlar las interacciones patógenas de los microorganismos en los diferentes ambientes y su aplicación en procesos de la biotecnología.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OBSERVACIÓN</li> <li>• RETENCIÓN</li> <li>• COMPARACIÓN</li> <li>• INTERPRETACIÓN</li> <li>• COMPRENSIÓN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APRECIACIÓN</li> <li>• OPINIÓN</li> <li>• CRÍTICA</li> <li>• REFLEXIÓN</li> </ul>

<b>Estrategias didácticas recomendadas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición multimedia</li> <li>• Asesoría grupal e individual</li> <li>• Sesiones de preguntas y respuestas</li> <li>• Lecturas, revisión de fuentes</li> <li>• Redacción ensayos</li> <li>• Debate</li> </ul>	<b>Recursos didácticos requeridos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintarrón</li> <li>• Cañón</li> <li>• Marcadores para pintarrón, borrador</li> <li>• Computadora</li> </ul>	<b>Tiempo destinado:</b> 10Horas teóricas 0 Horas práctica
<b>EVALUACIÓN</b>		
<b>Criterios de desempeño</b>	<b>Productos o Evidencias</b>	
<b>EL ALUMNO:</b> Conoce la función de los microorganismos en el ambiente, el tipo de interacciones que presentan en el ambiente, posee habilidades y destrezas para distinguir aplicaciones de control de patógenos y uso de los organismos beneficiosos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tercer Examen Parcial</li> </ul>	Redacción de Ensayos (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía) Presentación Ponencias (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía) Examen	
<b>PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE COMPETENCIA</b> Conocer, entender, comprender		

### IX. EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN RECOMENDADA

El alumno deberá cubrir con el 80% de asistencias para acreditar la unidad de aprendizaje (Dos retardos equivalen a una inasistencia).	
<b>EXAMEN 1er PARCIAL: 30%</b> Exámenteórico-práctico =	30 %
<b>EXAMEN 2do PARCIAL: 30 %</b> Exámenteórico-práctico =	30 %
<b>EJERCICIOS EN CLASE: 40%</b> Participación y trabajos en clase y extra clase = 40%	
<b>TOTAL: 100%</b>	

## X. BIBLOGRAFÍA

### BÁSICA

- *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. 2nd Edition. Springer. New York.
- Cappuccino James G. y Sherman N. 2002. *Microbiology: a laboratory manual*-The Benjamin/Cummings Publishing Company INC. 941 pp.
- Kango N. 2010. *Textbook of Microbiology*. I. K. International Publishing House PvtLtd. 423 pp.
- Madigan Michael T. Martinko John M. Dunlap Paul V. Clark David P. 2009. Brock. *Biología de los microorganismos*. PEARSON-ADDISON WESLEY. 12ª Edición. 1296 pp.
- Volume 1. 2001 *The Archaea and the deeply branching and phototrophic Bacteria* Editor-in-Chief: George M. Garrity. Editors: David R. Boone and Richard W. Castenholz
- Wistreich G. A. 2003. *Microbiology laboratory: fundamentals and applications*. Prentice Hall. 668 pp.

- 4 Cavicchioli R. 2011. Archaea timeline of the third domain. *Nature Reviews Microbiology*. 9: 51-61
  - 5 Cavicchioli R.(ed) 2007. *Archaea: molecular and cellular biology*. ASM Press. Washington D.C. 523 pp
  - 6 Woese C. R. 2000. *Interpreting the universal phylogenetic tree*. PNAS. 97 (15) 8392–8396
- COMPLEMENTARIA**