



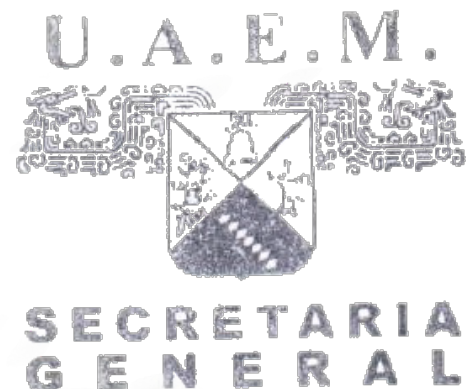
## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

### CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA

#### PLAN DE ESTUDIOS MAESTRÍA EN BIOTECNOLOGÍA

**Grado a Otorgar:** Maestro  
**Orientación:** Investigación  
**Modalidad:** Escolarizada  
**Duración:** 2 años  
**Consejo Interno de Posgrado:** 05 de noviembre 2018  
**Consejo Técnico:** 05 de noviembre 2018  
**Comisión Académica de Consejo Universitario:** noviembre 2018  
**Consejo Universitario:** diciembre 2018

Ciudad Universitaria, Cuernavaca, Morelos.





## **DIRECTORIO INSTITUCIONAL**

**Dr. Gustavo Urquiza Beltrán**  
Rector

**Mtra. Fabiola Álvarez Velasco**  
Secretaria General

**Dr. José Mario Ordoñez Palacios**  
Secretario Académico

**Dra. Patricia Mussali Galante**  
Directora de Investigación y Posgrado

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

**Dra. Anabel Ortiz Caltempa**  
Coordinadora del Programa de Maestría en Biotecnología

### **Integrantes de la Comisión de Reestructuración Curricular**

Dra. Lidia González Morales

Dra. Susana Valencia Díaz

Dra. Irene de la Concepción Perea Arango

**Biól. Fernanda Cristina Barrera Garduño**  
Coordinadora Administrativa del CEIB

### **Asesoría Técnica Metodológica**

MPD. Mónica Martínez Peralta

L.I. Jacqueline Pineda Uribe

Lic. Aarón Isaí Pérez Díaz





**Creación**  
**Aprobada por el H. Consejo Universitario**  
**14 de mayo del 1992**

**Reestructuración curricular 2003**  
H. Consejo Universitario-18 de diciembre de 2003

**Reestructuración curricular 2007**  
H. Consejo Universitario-29 de marzo de 2007

**Reestructuración curricular 2012**  
Consejo Técnico - 30 de noviembre 2012  
Comisiones Académicas - 5 de diciembre 2012  
H. Consejo Universitario 2012- 14 de diciembre 2012

**Reestructuración 2016**  
Consejo Técnico - 27 de abril de 2016  
Comisiones Académicas del Consejo Universitario - 4 mayo 2016  
Consejo Universitario 2016 - mayo 2016

**Reestructuración Curricular 2018**  
Consejo Técnico - 05 de noviembre 2018  
Comisiones Académicas del Consejo Universitario - noviembre 2018  
Consejo Universitario - 14 de diciembre 2018



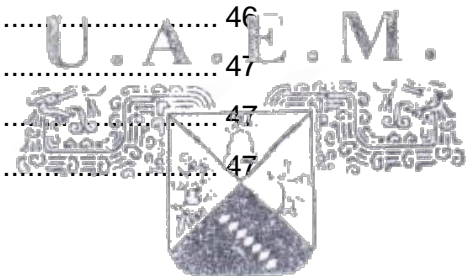


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



## Índice

<b>1. PRESENTACIÓN</b> .....	2
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	4
<b>3. FUNDAMENTACIÓN</b> .....	7
3.1. Fundamentos de política educativa.....	7
3.2. Fundamentos del contexto socioeconómico y cultural .....	11
3.3 Avances y tendencias en el desarrollo de la disciplina o disciplinas que participan en la configuración de la profesión .....	15
3.4 Mercado de trabajo.....	17
3.4.1. Sector salud.....	18
3.4.2 Sector agropecuario.....	19
3.4.3 Sector alimentario .....	20
3.4.4 Sector industrial .....	20
3.4.5 Sector ambiental.....	23
3.5. Ámbito de trabajo de egresados de la MB .....	23
3.6. Datos de oferta y demanda educativa.....	24
3.7. Análisis comparativo con otros planes de estudio.....	26
3.7.1. Análisis comparativo con planes de estudio en el nivel internacional del Padrón Nacional de Posgrados de Calidad CONACyT. ....	29
3.7.2 Análisis comparativo del PE de la MB con otros PE de países latinoamericanos .....	30
3.8. Evaluación del programa educativo a modificar .....	32
3.8.1 Evaluación interna .....	32
3.8.2 Evaluación externa .....	33
<b>4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS</b> .....	41
4.1 Asignación del sistema de créditos .....	42
<b>5. OBJETIVOS CURRICULARES</b> .....	45
5.1 Objetivo general.....	45
5.2 Objetivos específicos .....	45
5.3 Metas.....	46
<b>6. PERFIL DEL ESTUDIANTE</b> .....	47
6.1 Perfil de ingreso.....	47
6.2 Perfil de egreso.....	47



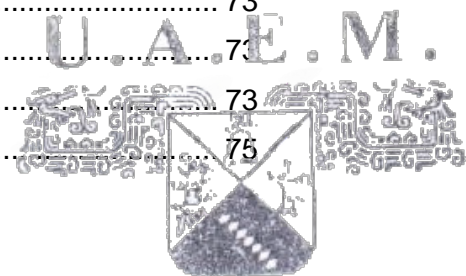
SECRETARIA  
GENERAL



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



6.3 Competencias genéricas .....	48
6.4 Competencias específicas .....	48
6.4.1 Competencias adquiridas por el estudiante de acuerdo a las LGAC.....	49
6.4.1.1 Biotecnología aplicada al ambiente.....	49
6.4.1.2 Biotecnología de Productos en el Sector Salud.....	49
6.4.1.3 Biotecnología agropecuaria .....	50
<b>7. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA .....</b>	<b>52</b>
7.1 Flexibilidad curricular .....	52
7.1.1 Oferta educativa diversificada.....	53
7.1.2 Reformulación de la estructura curricular.....	53
7.1.3 Itinerarios de formación.....	54
7.1.4 Temporalidad.....	54
7.1.5 Multimodalidad.....	55
7.1.6 Movilidad .....	55
7.1.7 Autonomía y autorregulación en la formación .....	56
7.1.8 Vinculación con los sectores sociales .....	57
7.2 Ciclos de formación .....	59
7.3 Ejes generales de la formación.....	59
7.4 Tutorías .....	61
7.5 Líneas de Generación y/o Aplicación del Conocimiento.....	61
<b>8. MAPA CURRICULAR .....</b>	<b>62</b>
8.1 Ejemplo de trayectoria de un estudiante .....	63
<b>9. MEDIACIÓN FORMATIVA .....</b>	<b>65</b>
<b>10. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE .....</b>	<b>67</b>
<b>11. UNIDADES DE APRENDIZAJE .....</b>	<b>69</b>
<b>12. REQUISITOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO .....</b>	<b>71</b>
12.1 Mecanismos de ingreso .....	71
12.2 Requisito de ingreso .....	72
12.3 Requisitos de permanencia.....	73
12.4. Requisitos de egreso .....	73
12.5 Causas de baja.....	73
<b>13. TRANSICIÓN CURRICULAR.....</b>	<b>75</b>



SECRETARIA  
GENERAL



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



<b>14. CONDICIONES PARA LA GESTIÓN Y OPERACIÓN</b> .....	76
14.1. Recursos humanos .....	76
14.1.1 Planta académica de la maestría en Biotecnología (MB) .....	76
14.1.2 Perfil de profesores del NAB .....	77
14.1.3 Cuerpos académicos participantes en la MB .....	78
14.1.4 Profesores de tiempo parcial externos .....	80
14.1.5 Profesores externos .....	80
14.2 Recursos financieros .....	80
14.2.1 Infraestructura .....	81
14.2.2 Recursos materiales .....	83
14.3 Estrategias de desarrollo .....	84
<b>15. SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR</b> .....	86
15.1 Lineamientos generales .....	86
15.2. Criterios de evaluación curricular del PE de la MB .....	86
15.3. Estructura de la organización operativa .....	87
15.4 El consejo interno de posgrado: .....	88
15.5 La coordinación de posgrado del PE de la MB: .....	89
15.6 La comisión académica de seguimiento del PE de la MB .....	89
15.7 La coordinación administrativa de los PE de posgrado de la MB: .....	90
15.8 Procedimiento para la resolución de apelaciones: .....	90
15.9 Fuentes de financiamiento para su operación: .....	90
16. Bibliografía .....	91
ANEXOS .....	92
ANEXO I .....	93
ANEXO II .....	104
ANEXO III .....	106
ANEXO IV .....	146



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS



## Índice de cuadros

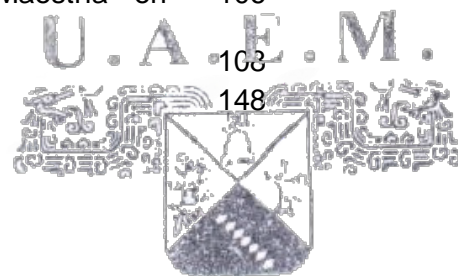
<b>Cuadro 1</b>	Resolución a las observaciones emitidas por los pares académicos del CONACyT de la Evaluación Plenaria 2016 al MB.	Página 34
<b>Cuadro 2</b>	Asignación de créditos por eje formativo.	44
<b>Cuadro 3</b>	Requerimientos básicos para la presentación del trabajo experimental.	45
<b>Cuadro 4</b>	Mapa Curricular.	64
<b>Cuadro 5</b>	Ejemplo de la Trayectoria Escolar de un Estudiante.	65
<b>Cuadro 6</b>	Estrategias de enseñanza para la Maestría en Biotecnología.	68
<b>Cuadro 7</b>	Listado de Unidades de Aprendizaje.	95

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b>	Porcentaje de maestrías con características similares a la MB (n=14) en las diferentes regiones geográficas de México.	Página 28
<b>Figura 2</b>	Maestrías dentro del PNPC que tienen una LGAC similar con la MB (n=13), ya que no se considera la MB.	29
<b>Figura 3</b>	Maestrías de la región centro con características similares a la MB, con misma tendencia en sus LGAC (n=7), ya que no se considera la MB.	29
<b>Figura 4</b>	Planes de estudios reportados por el PNPC que muestran los créditos que deben ser cubiertos.	30
<b>Figura 5</b>	Análisis comparativo del número de créditos con PE internacionales.	31
<b>Figura 6</b>	Diagrama de la organización operativa del PE de la MB.	91

## Índice de los cuadros de los Anexos

<b>Anexo I</b>	Cuadro 1. Programas de Maestrías en México registrados en el PNPC, con nivel consolidado, orientación de investigación, modalidad escolarizada y dentro del área SNI de Biotecnología y Agropecuaria.	Página 97
	Cuadro 2. Maestrías con nivel internacional, orientación de investigación, modalidad escolarizada y dentro del área SNI de Biotecnología y Agropecuarias.	
	Cuadro 3. Características de las maestrías en el área de Biotecnología ofertadas en instituciones de Brasil, Argentina, Colombia y Cuba.	
<b>Anexo II</b>	Cuadro 1. PITC del núcleo básico de la Maestría en Biotecnología	106
<b>Anexo III</b>	Unidades de aprendizaje básicos	103
<b>Anexo IV</b>	Tópicos selectos	148



SECRETARIA  
GENERAL

## 1. PRESENTACIÓN

El Programa 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 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 el H. Consejo Universitario de la UAEM aprueba la propuesta de separar el Programa de Posgrado en: Maestría en Biotecnología y Doctorado en Biotecnología, respetando la estructura del Plan de Estudios. Con el propósito de responder a las condiciones sociales y económicas prevalecientes en nuestro país y a las políticas del Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACyT, el Plan de Estudios (PE) Maestría en Biotecnología fue reestructurado en 2012 y 2016 fortaleciendo su capacidad operativa y calidad académica.

Este documento presenta la reestructuración curricular 2018 al Plan de Estudios vigente del Programa de Maestría en Biotecnología (MB) de acuerdo con lo establecido en los “Lineamientos de Diseño y Reestructuración Curricular”, revisado por la Secretaría Académica y aprobado por el Consejo Universitario en marzo 2017. De acuerdo con el Reglamento General de Estudios de Posgrado, se pretenden hacer los cambios necesarios para establecer la congruencia entre el plan de estudio de nuestro posgrado y los reglamentos generales de la UAEM, los cuales han sido plasmados en los quince apartados de este documento. Para ello se hace referencia al capítulo II, “Diseño o Modificación de los Programas Educativos de Posgrado”, Artículo 44, “Los Programas Educativos de Posgrado deberán ser evaluados en su conjunto”. El papel de la Universidad, al apoyar este tipo de cambios, es el coadyuvar a la formación y preparación de recursos humanos altamente especializados.

La reestructuración curricular del PE 2016 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 aplicaciones sustentan su desarrollo e inserción en los diferentes sectores productivos, tales como el agrario, alimentario, farmacéutico, forestal, entre otros. 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 duda, un campo potencial de desarrollo para los egresados de este Posgrado, principalmente en los sectores de la 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. Favoreciendo, 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 con 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 PE de MB está orientado a la formación de recursos humanos de alta calidad académica en biotecnología; que les permita apoyar proyectos de investigación básica y/o aplicada en las áreas ambiental, agropecuaria y de la salud. Este PE se sustenta en las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) que cultivan los Cuerpos Académicos (CA) del Centro de Investigación en Biotecnología (CEIB). La estructura y organización del Plan de Estudios se basa en un sistema tutorial, teniendo como una de sus características fundamentales la flexibilidad curricular, lo que permite la movilidad de los estudiantes.

La reestructuración curricular 2018 presenta la revisión y actualización al PE vigente. Cabe hacer notar, que los cambios propuestos responden al análisis colegiado del PE por los profesores del Posgrado del CEIB, así como a las observaciones y recomendaciones establecidas en la evaluación plenaria del 2016 por el comité de pares académicos del CONACyT. Éstas son: 1. *Incorporar cátedras CONACyT para incrementar el Núcleo Básico.* 2. *Definir un nivel de inglés de ingreso y egreso equiparable al TOEFL.* 3. *Asignar un presupuesto institucional específicamente a vinculación.* 4. *Realizar un estudio comparativo del posgrado con otros similares a nivel nacional e internacional.* 5. *Implementar una plataforma para el seguimiento de egresados.* 6. *Implementar acciones de difusión de las diferentes LGAC para equilibrar la relación estudiante/profesor.*

### 2. JUSTIFICACIÓN

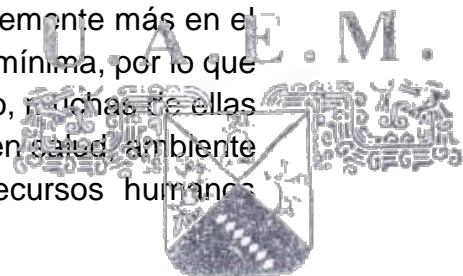
Los cambios sociales, políticos y económicos juegan un papel determinante en el desarrollo de nuestras naciones. Es relevante destacar también, en este contexto, la importancia de la educación pública ligada a la investigación básica y aplicada. La experiencia ha demostrado que la formación de recursos 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 conlleva a 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 la MB 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, la ganadería, la salud (la industria farmacéutica), la industria alimentaria, 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 resolver los problemas prioritarios en salud, ambiente y alimentos. Es por esto necesaria la formación de recursos humanos

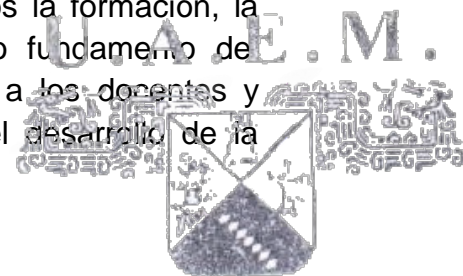


altamente calificados que sean capaces de identificar dicha problemática y desarrollar tecnologías específicas para resolverla. En particular, en el estado de Morelos la biotecnología podría incidir en las áreas agrícolas, en proyectos que permitan encontrar soluciones ambientalmente amigables, y en la búsqueda de compuestos activos para resolver 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 inciden 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 en la solución de problemas relevantes, con un enfoque biotecnológico, multidisciplinario, humanístico y ético.

En el Plan Institucional de Desarrollo (PIDE) 2012-2018<sup>1</sup> de la UAEM, en su apartado de políticas y programas institucionales, sobre la calidad y pertinencia de la oferta, se menciona que los posgrados deben ser evaluados en su totalidad de forma permanente, y de acuerdo con los criterios e indicadores institucionales establecidos; mismos que permitan asegurar y garantizar la calidad, pertinencia e impacto social del PE. Cumpliendo con esta meta, en el 2016 el PE fue reestructurado, tanto en su parte operativa como en la académica; la propuesta incluyó: su revisión y actualización. Cabe hacer notar, que los cambios propuestos responden al análisis colegiado del PE por los profesores del Posgrado del CEIB, así como al resultado de la evaluación plenaria del 2013 por el comité de pares académicos del CONACyT. Los cambios estuvieron orientados básicamente a la adecuación y reestructuración de los aspectos operativos del PE y a la reestructuración de objetivos, metas y LGAC. Para dar mayor flexibilidad curricular se eliminó la seriación de los seminarios y del trabajo experimental, con el propósito de mejorar la calidad del programa y asegurar a mediano plazo su internacionalización.

Así mismo en el Plan Institucional de Desarrollo (PIDE) 2018-2023 de la UAEM, establece que, a través de políticas, programas y metas en pro de la excelencia, compromete a uno de sus ejes estratégicos la formación, la investigación, desarrollo, vinculación y extensión como fundamento del proceso de enseñanza aprendizaje, tomando en cuenta a los docentes y estudiantes, para alcanzar la excelencia, e impulsar a el desarrollo de la





## Maestría en Biotecnología



universidad hacia su internacionalización donde los estudiantes tengan la oportunidad de fortalecer la movilidad e intercambio académico.

En el 2018, a partir del análisis del PE, realizado por los integrantes del grupo colegiado de profesores del Posgrado tomando como base los "Lineamientos de diseño y reestructuración curricular" y la evaluación plenaria del 2016 por el comité de pares académicos del CONACyT, se recomendó realizar las modificaciones sugeridas por todos los órganos colegiados, lo anterior brinda los instrumentos necesarios para mejorar la operatividad y fortalecimiento del PE de la MB, manteniendo los estándares de calidad y pertinencia que garanticen su permanencia en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad del CONACyT.



### 3. FUNDAMENTACIÓN

#### 3.1. Fundamentos de política educativa

El programa de la MB se encuentra vinculado con el marco educativo nacional e internacional, como lo considera la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), donde se establece que la educación es un derecho humano para todos, a lo largo de toda la vida, y que el acceso a la instrucción debe ir acompañado de la calidad. La UNESCO es la única organización de las Naciones Unidas que dispone de un mandato para abarcar todos los aspectos de la educación. Además, ejerce el liderazgo mundial y regional en materia de educación, refuerza los sistemas educativos en el mundo entero y responde a los desafíos mundiales mediante la enseñanza, con la igualdad de género como principio subyacente. Su labor abarca el desarrollo educativo, del preescolar a la educación superior e incluso más allá. Entre los temas figuran la ciudadanía mundial y el desarrollo sostenible; los derechos humanos y la igualdad de género; la salud, y el fomento de la enseñanza técnica y la formación profesional. El interés de la MB es mantener los valores y atributos señalados en el Código Ético Universitario de la UAEM aprobado en junio del 2017<sup>2</sup>, en el que se señalan solidaridad, eticidad, compromiso, honestidad, libertad, justicia, responsabilidad social, destacando los siguientes atributos de conducta: autocrítica, pluralidad, diálogo, profesionalismo, excelencia, congruencia y lealtad.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 en la estrategia 4.10.4. se impulsa el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del país, específicamente con la línea de acción “Aprovechar el desarrollo de la biotecnología cuidando el medio ambiente y la salud humana”. En este sentido, la MB contribuye con esta línea de acción a través de sus LGAC: biotecnología agropecuaria, biotecnología aplicada al ambiente y biotecnología de productos en el sector salud.

Lo anterior refuerza lo establecido por la UNESCO a través de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) la cual empodera a las personas para que trabajen hacia un futuro sostenible, en el que se afronten conjuntamente temas como el cambio climático, la biodiversidad, la enseñanza y el aprendizaje.

Así mismo, la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) es un Organismo Internacional de carácter intergubernamental que promueve la expansión posible de la economía y del empleo, manteniendo la estabilidad financiera y contribuyendo así al desarrollo de la economía.



mundial. Su ámbito de actividad abarca no sólo el estudio de la situación económica y de las políticas económicas que se aplican en los diferentes países, sino también las cuestiones medioambientales, energía, educación, salud y actividades industriales. De acuerdo con esta organización México tiene bajos niveles de innovación, por lo que la Maestría en Biotecnología atiende esta problemática formando capital humano que desarrolle proyectos originales en las áreas de salud, ambiental y agropecuaria que impacten en la sociedad.

La modernización de los países emergentes ha implicado el esfuerzo correspondiente a los propios ajustes estructurales y un costo social sin precedentes a todo el conjunto, en condiciones de una competencia difícilmente sustentable bajo las características de sus recursos humanos, técnicos y económicos.

En este contexto, México ha tenido que 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. 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, además de sus niveles básicos, 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; como fue plasmado en el Plan Nacional de Desarrollo 2012-2018, México enfrenta el reto de impulsar el posgrado como un factor para el desarrollo de la investigación científica, la innovación tecnológica y la competitividad que se requieren para su inserción eficiente en las sociedades modernas.

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 propias 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.

Por otro lado, 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 Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (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 ocupan un lugar importante en los esquemas de regulación de la educación superior al interior de su respectiva entidad federativa”.

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



## Maestría en Biotecnología



El programa de la MB 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, particularmente en los sectores agropecuarios, de salud y ambiental.

Actualmente la MB 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. Fundamentos del contexto socioeconómico y cultural

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 re-localización 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. Estadísticas realizadas en el 2011 muestran que, a nivel mundial, existen aproximadamente 13,000 empresas de biotecnología, con un nivel de facturación estimado en cerca de 307 mmd. La tasa compuesta de crecimiento anual para el periodo 2010-2015 fue de 2.2%, misma que se espera para los próximos 5 años. Esto demuestra que la biotecnología es un sector muy importante a nivel mundial, de acuerdo a la Secretaría de Economía PRO-México.

Hasta Julio de 2015, los miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) reportan que Estados Unidos fue el país con el mayor número de empresas de biotecnología (11,554), seguido de España (2,742), Francia (1,950), Corea del Sur (1,440), Alemania (726), Japón (553), Italia (489) y Reino Unido (470).

La OCDE<sup>5</sup> identifica países latinoamericanos que figuran en materia de biotecnología a partir del estudio “Biotecnología y desarrollo”. Se identificaron 7 países trabajando de manera sobresaliente en materia de biotecnología: México, Brasil, Argentina, Cuba, Chile, Colombia y Uruguay. Brasil es el país que presenta mayor número de solicitudes de patentes, seguido por México y Cuba, países en materia de nuevos desarrollos en el campo de la biotecnología. La biotecnología en México en relación a la investigación, el desarrollo y la comercialización, se encuentra en fase de expansión y diversificación. Actualmente, se están explorando nuevas aplicaciones en salud, agricultura, protección del medio ambiente, biocombustibles y otras áreas. Además, México ofrece una oportunidad atractiva para el desarrollo de la biotecnología comercial, ya que cuenta con gran biodiversidad, mano de obra capacitada y costos competitivos, así como con tratados de libre comercio con 45 países, una posición geográfica privilegiada y un marco legal y regulatorio accesible.

En México hay más de 400 empresas que desarrollan o utilizan biotecnología moderna, de éstas, 75 se encuentran en el segmento de la agricultura, 82 en el de medio ambiente, 54 en el de salud humana, 86 en el de alimentos, 118 en la Industria y el resto en salud animal, acuicultura y otros. Actualmente, las principales empresas internacionales que operan en México son: Instituto Bioclón, Landsteiner Scientific, Probiomed, Pfizer Inc., F. Hoffman- La Roche Ltd., Merck & Co. Inc, Astra Zeneca PLC, Boehringer Ingelheim GmbH, Teva Pharmaceutical Industries, Amgen Inc, Baxter International Inc.<sup>6</sup> (Fuente: ProMéxico).

En 2013 México se posicionó entre los diez primeros países que registraron la mayor cantidad de patentes. De 2010 a 2013 el 21% de éstas, fueron otorgadas a la industria farmacéutica, biotecnológica y química.

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 del bienestar en la población, sin afectar el medio ambiente y los recursos naturales.

Una de las grandes demandas y preocupaciones de la sociedad es lograr el uso sustentable de los recursos naturales, permitiendo mejorar el bienestar de la población actual y de sus generaciones futuras, sin comprometer la conservación de los ecosistemas. En el año 2020, la población mexicana ascenderá a 119.4 millones de habitantes, que demandarán más y mejores alimentos y servicios; por lo que 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 para 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. Sin embargo, aún con esta carga, es factible, mediante el uso de las herramientas biotecnológicas, incrementar la productividad por hectárea.

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.

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, 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. 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 y transformarla para su progreso. Tenemos una tradición milenaria en el uso de productos naturales. En el 2017, se ha reportado que México ocupa entre el 4º y 5º lugar a nivel mundial en diversidad biológica con más de 12 millones de registros identificados. 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.



## Maestría en Biotecnología



En el Estado de Morelos se han identificado problemas prioritarios relacionados en la salud y con el aumento de la población urbana, se han dado cambios de uso de suelo e incremento de actividades industriales con el consecuente deterioro ambiental; esto debido, en parte, a la falta de estrategias que permitan el uso sustentable de los recursos naturales, así como el uso de sistemas eficientes de recolección, tratamiento y disposición final de residuos urbanos, industriales y agrícolas.

Por esto, se considera prioritario para la UAEM contar con un programa de Maestría en Biotecnología dirigido a enfrentar estos grandes retos, referidos a la salud, conservación de los recursos naturales, agroalimentación, desarrollo biotecnológico y que sus egresados contribuyan a resolver estas nuevas demandas del entorno, bajo una perspectiva de sustentabilidad; así como al desarrollo biotecnológico en el estado de Morelos, en el país y que trascienda a nivel internacional.



### 3.3 Avances y tendencias en el desarrollo de la disciplina o disciplinas que participan en la configuración de la profesión

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.

Con la aparición de la biología molecular en la década de los 50's, 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 70's 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 metodologías para manipularlos, constituye una de las plataformas de despegue de la biotecnología moderna.

Otro hecho 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. La secuenciación de genomas completos ha permitido conocer las bases moleculares de muchas enfermedades, tanto hereditarias como generadas por mutaciones de novo.

Actualmente, los investigadores cuentan con la secuencia completa del genoma humano en las bases de datos electrónicas, lo cual permite trabajar con mucha mayor facilidad. Gracias al desarrollo en los últimos años de las tecnologías de secuenciación masiva, partiendo del Proyecto Genoma Humano (1990), ha ido avanzando y expandiéndose el campo de la biología y la bioinformática. En el ámbito de la salud las estrategias biotecnológicas de secuenciación y edición de genomas en conjunto con las disciplinas conocidas como ciencias “ómicas” están influyendo positivamente en la calidad de vida de las personas y ofrece nuevas oportunidades en las áreas de diagnóstico, prevención, tratamiento de enfermedades y rehabilitación de los enfermos.

Algunos científicos mexicanos expertos en el área de “edición genética” mencionan los avances de la ingeniería genética, destacando los CRISPR-Cas9 (Clustered, Regularly, Interspaced, Short, Palindromic, Repeats/Repeticiones palindrómicas, cortas, agrupadas y regularmente interespaciadas). Se ha previsto que esta área revolucionará, ya que es una herramienta molecular utilizada para “editar” o “corregir” el genoma de cualquier célula. Esto incluye a las células humanas. Es una tecnología natural que fue descubierta, no inventada y que permite hacer ingeniería genética rápida, fácil y más accesible al mercado. Dentro de sus aplicaciones potenciales en salud se encuentran tratamientos para curar padecimientos causados por el VIH y otros retrovirus, el cáncer a partir de inyecciones de células modificadas o corregir ciertos errores en el ADN que causan más de 3,000 enfermedades, entre otras. A la par de las bondades mencionadas, también hay dilemas éticos y limitaciones tecnológicas por resolver<sup>7</sup>.

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 ambiente.

La reestructuración curricular 2018 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 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 406 empresas en las que se puede desarrollar laboralmente el Maestro en Biotecnología y cerca de 130 instituciones educativas que ofrecen en conjunto, alrededor de 614 programas de estudio relacionados con la biotecnología. Cerca de 90 instituciones cuentan con aproximadamente 320 programas de posgrado en contenidos relacionados directamente con la biotecnología (bioética, biología, bioquímica, genómica y genética). En 2013 un total de 7,070 alumnos completaron sus programas de posgrado en áreas relacionadas con la biotecnología<sup>8,9</sup>.

Según la OCDE, los sectores agroalimentario e industrial seguirán ocupando los modelos de negocio actuales. Las sinergias existentes entre las áreas de aplicación agrícola e industrial que generarán la creación de nuevos modelos en colaboración (ejemplo: biorrefinerías, empresas productoras de semillas y agricultores). En el área de salud humana, el modelo tradicional estará dejando de operar debido a que los inversionistas no obtienen los retornos prometidos al no lograr conseguir el incremento de la productividad esperada de la I+D en la producción de biomedicamentos. Los negocios deberán enfocarse hacia nuevos nichos de mercado más seguros y con periodos de desarrollo de producto más cortos (ejemplo: dispositivos médicos, servicios). Las grandes empresas también cambiarán el modelo actual, basado en financiar la I+D a través de la venta de fármacos de gran consumo, para incursionar en la medicina personalizada, donde la farmacogenómica permitirá desarrollar y prescribir fármacos de acuerdo con la genética del paciente<sup>10</sup>.

En cuanto a los modelos de negocio vistos desde el enfoque de la colaboración, se fortalecerá por un lado reducir costos al compartir recursos como la información y la propiedad intelectual y, por otro lado, la integración, que busca crear y mantener mercados a partir de sinergias que acerquen y reducen costos de I+D. Se prevé que para el 2030 llegarán las innovaciones

biotecnológicas para los tres ámbitos de aplicación: agroalimentación, salud e industrial.

A continuación, se describen los diferentes Sectores en los que podrá incidir un Maestro en Biotecnología

### 3.4.1. Sector salud

En el ámbito de la salud, la biotecnología ha influido positivamente en la calidad de vida de las personas, ofreciendo nuevas oportunidades en las áreas de diagnóstico, desarrollo de nuevos medicamentos, prevención, tratamiento de enfermedades y rehabilitación de los enfermos (biofarmacéuticos), incidiendo en: i) tratamientos experimentales, ingeniería celular y tisular, terapia génica con células madre, terapéutica de moléculas pequeñas, mejora de eficacia y fármacos efectivos de acuerdo al perfil genético de los pacientes; ii) métodos de diagnóstico; iii) farmacogenómica (medicina personalizada); y, iv) producción de dispositivos médicos (biosensores, tejidos biológicos, entre otros). A partir de la manipulación y estudio integral de los sistemas biológicos a través de las ciencias “ómicas”, 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 a problemas importantes en el sector salud.

Actualmente, no sólo se han obtenido nuevos productos, sino también se han modificado los procesos en su producción obteniéndose compuestos más baratos y de mejor calidad.

En la medicina humana y animal se ha tenido un gran impacto en tres áreas: sistemas de diagnóstico (más de 100 nuevos sistemas 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. Actualmente alrededor de 350 fármacos biotecnológicos se encuentran en últimas fases de desarrollo clínico.



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 suelos poco aptos para la agricultura, obteniendo variedades con un rendimiento mayor por hectárea y mejorando la calidad de los productos agrícolas, tanto en lo referente a su composición nutrimental, como a sus propiedades organolépticas y vida de anaquel.

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. Así mismo; las plantas con utilidad antropocéntrica podrán modificarse en aras de mejorar su sistema de defensa que incremente su adaptación a los cambios ambientales (i.e. calentamiento global, sequía, plagas agrícolas). 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 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 cerdo, pollo, salmón y producción de leche en bovino. 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 49 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, aunado a las posibilidades científicas; convirtiéndose en un sector estratégico de la economía de mercado.

### 3.4.3 Sector alimentario

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) reporta que el mundo enfrentará un aumento del 70% en la demanda alimentaria para el 2050, considerando una población de 9,000 millones de seres humanos. A nivel mundial se enfrenta una crisis alimentaria, debido a problemas de sequías, cambio climático, presencia de plagas, insuficiencia de agua, entre otros factores. La producción de alimentos por técnicas biológicas tendrá modificaciones importantes en lo referente a los procesos de producción y de uso de productos. En los últimos años han aparecido nuevos productos, que han desplazado el azúcar de caña y de remolacha, el jarabe fructosado de maíz y aspartame. Se estima que en los próximos años llegarán nuevos edulcorantes y sustitutos de almidón con menor contenido calórico. Se han mejorado los procesos de producción de pan, yogurt, tomates, maíz, ácido cítrico, glutamato de sodio, una amplia gama de aminoácidos y ácidos orgánicos; así como otras innovaciones que impactarán en la industria alimenticia. En México, son más de 57 empresas enfocadas a este sector, además de ser reconocido por ser pionero en el tema alimentario<sup>11</sup>.

### 3.4.4 Sector 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, destacando: 1) la producción de compuestos químicos (biocombustibles, enzimas, disolventes, vitaminas, antibióticos,

biopolímeros), ya que los procesos basados en biotecnología en algunos casos aumentan la eficiencia productiva en comparación con los procesos tradicionales; 2) producción de biomateriales (algodón o la madera para fabricar envases, embalajes y tejidos) y de bioplásticos a partir de biopolímeros; 3) producción de enzimas (proteínas que catalizan reacciones bioquímicas) para la producción de alimentos y piensos, mejorando la eficiencia productiva y facilidad de digestión, así como la elaboración de detergentes y papel, reduciendo el consumo de energía e impacto ambiental; 4) uso de microorganismos para procesar agentes contaminantes (haciéndolos inertes o benignos) y utilización de biosensores para detectar elementos dañinos para el entorno; 5) extracción de minerales disueltos en líquidos empleando bacterias; 6) conversión de biomasa para producir combustibles, energía y compuestos químicos; 7) producción de biocombustibles mediante desarrollo de cultivos optimizados (con mayor contenido de aceites y mayores rendimientos por hectárea); y, 8) el desarrollo de nuevos procesos para convertir biomasa en biocombustibles.

La industria química tradicionalmente ha jugado un papel trascendental en el mejoramiento del estilo y calidad de vida de las personas, al impactar en el crecimiento y desarrollo de diferentes cadenas productivas como son la industria textil, la automotriz, la electrónica, de alimentos, de plásticos, fertilizantes, farmacéutica, la cosmética, entre otras. Sin embargo, muchos de los productos químicos naturales y sintéticos, así como sus materias primas y tecnologías de producción, se han relacionado con impactos negativos al ambiente y la salud humana.

Debido a lo anterior, en los últimos años se ha propuesto que la industria química debe transitar hacia un modelo de producción más sustentable. La Química Verde es un concepto que incluye principios para garantizar un mejor aprovechamiento de los recursos, materias primas y energía, el reemplazo de sus insumos tradicionales por otros renovables o menos impactantes con el ambiente, la disminución en la generación de residuos y la inclusión de estrategias de remediación para sus impactos.

La industria química tiene como principal fuente de energía e insumos para sus procesos a los hidrocarburos derivados del petróleo, entre los más importantes destacan el metano, el etanol y las naftas, a partir de los cuales se pueden generar un gran número de otros compuestos químicos denominados petroquímicos secundarios, que alimentan los procesos de transformación y manufactura de un sin número de productos generados por diversas industrias.

La biotecnología puede generar un impacto significativo en el establecimiento de una industria química sustentable, debido a que gracias a sus aplicaciones es posible generar productos e insumos químicos orgánicos a partir de fuentes renovables como la biomasa, iguales o con características equivalentes a los derivados de la industria petroquímica, entre los más importantes destacan el etanol, butanol, isopropanol, 1,3-propanodiol, ácido láctico, aminoácidos, entre otros.

Así mismo, mediante la biotecnología es posible reemplazar a los procesos tradicionales de síntesis química, por otros que utilicen a microorganismos y sus reacciones catalíticas para realizar la secuencia necesaria en la generación del producto final. En la actualidad los procesos de fermentación son utilizados de manera regular en procesos de producción farmacéutica, agroquímica, de aditivos alimentarios, aminoácidos, vitaminas y enzimas. De manera adicional, el mejoramiento de microorganismos industriales mediante la ingeniería genética permite aumentar la eficiencia de los procesos biotecnológicos. Uno de los ejemplos más promisorios de las aplicaciones de la biotecnología en la industria química, lo constituye la producción de bioplásticos mediante plantas y microorganismos a partir de materias primas renovables, como el almidón.

En el campo de los agroquímicos, se considera que habrá toda una nueva gama de productos de origen biológico, biopesticidas y biofertilizantes, que sustituirán y desplazarán 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 campo en el que los Maestros en Biotecnología pueden incidir significativamente, debido a que mediante los desarrollos biotecnológicos es posible reestructurar y promover el crecimiento de la industria de productos químicos en los próximos años.

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 cómo 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 Sector ambiental

La degradación del medio ambiente y el agotamiento de los recursos naturales son dos de los principales retos que enfrenta México para el siglo XXI. Entre los años 2003 y 2015, los costos totales por agotamiento y degradación ambiental en México suman un total de 11 billones 6 mil 446 pesos, según estimaciones del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). El gobierno federal a través de la SEMARNAT ha planteado estrategias para disminuir la contaminación en el país hasta un 25% para el 2030. Entre ellas incluye políticas para impulsar la investigación e innovación tecnológica. Es por ello la relevancia de contar con capital humano especializado en la gestión del medio ambiente y el aprovechamiento de los recursos naturales nacionales.

Hay diferentes ámbitos en los cuales se puede esperar la aplicación de procesos biotecnológicos para la protección y restauración del medio ambiente. Actualmente, la principal aplicación de la biotecnología ambiental es la limpieza de suelo y acuíferos contaminados. En el caso de las aguas residuales y suelos contaminados por metales pesados, nitratos, hidrocarburos del petróleo y sus derivados. Las técnicas desarrolladas por la biotecnología en esta área podrán ser implementadas para reducir la materia orgánica y contaminantes industriales presentes en ellos, de igual modo, convertir los desechos derivados del proceso de depuración en productos útiles o incluso con valor agregado para liberarlos al medio ambiente sin causar perjuicios. Todo esto es posible a través del análisis interdisciplinario del entorno natural, facilitado por el conocimiento de frontera generado en los diferentes campos científicos como la ecología microbiana y las nuevas tecnologías como la genómica, bioinformática, proteómica y metabolómica.

El uso combinado de estas disciplinas aporta conocimientos útiles en el desarrollo de nuevas metodologías y aplicaciones biotecnológicas en el control de los contaminantes, la gestión de los recursos hídricos y energéticos y la mejora de la situación sanitaria. La biotecnología ambiental abre grandes oportunidades para los biotecnólogos en áreas como la biorremediación de suelos y acuíferos, nanobiotecnología y biolixiviación, entre otras<sup>12</sup>.

### 3.5. Ámbito de trabajo de egresados de la MB



## Maestría en Biotecnología



La biotecnología es una disciplina que combina los conocimientos desarrollados por la ciencia. Su objetivo principal es utilizar seres vivos para desarrollar nuevos productos, mejorar especies o generar microorganismos con usos específicos. En este campo se está teniendo un rápido crecimiento en áreas diversas como la medicina, la agricultura, la industria alimenticia, la industria farmacéutica y el cuidado del medio ambiente, por lo que es fundamental formar profesionales que continúen generando nuevos avances científicos para el desarrollo de la humanidad.

La mayoría de los egresados de la MB se encuentran laborando en el sector educativo, salud y empresarial: Tecnológico de Monterrey, CIBNOR-CONACyT, Centro de innovación Mezfer, Instituto de Biotecnología (UNAM), SSA Guerrero, Laboratorio del Centro de Salud "El Embalse", CEPROBI-IPN, Centro de Investigación Biomédica del Sur (IMSS), Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (IPN), CIBIOR-IMSS, Universidad Autónoma de Chihuahua, Inovalab, Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Universidad Veracruzana, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y Universidad de la Selva.

### 3.6. Datos de oferta y demanda educativa

La biotecnología ha adquirido un estatus importante en los países desarrollados. Se trata de un campo vigoroso y probablemente de los más dinámicos dentro de las actividades científicas y tecnológicas. En México la oferta de formación de recursos humanos altamente especializados en el área biotecnológica se reúne en 54 programas de maestría inscritos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad, PNPC13 ([www.conacyt.gob.mx](http://www.conacyt.gob.mx), 2018).

La MB de la UAEM es un posgrado reconocido dentro del PNPC nivel consolidado, que abarca tres LGAC: Biotecnología Aplicada al Ambiente, Biotecnología Agropecuaria y Biotecnología de Productos en el Sector Salud; lo cual lo convierte en un posgrado atractivo para todos aquellos egresados de Universidades Estatales, Universidades Politécnicas e Institutos Tecnológicos con licenciaturas en las áreas química-biológica e ingeniería, no únicamente del ámbito regional, sino también del nacional, e inclusive del internacional. En los últimos tres años hemos tenido 86 aspirantes de Universidades e Institutos Tecnológicos de las regiones norte, sur y centro de



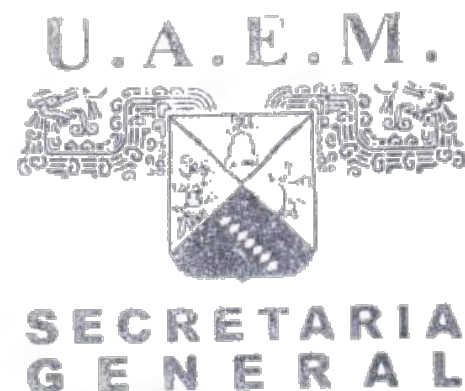


## Maestría en Biotecnología



la República Mexicana; siendo la Universidad Autónoma del Estado de Morelos la de mayor demanda. El 59.3 % de los aspirantes registrados son egresados de la licenciatura en Biología y el 38.37% corresponden a egresados de las siguientes instituciones: Universidad Politécnica del Estado de Morelos, Universidad Autónoma de Guerrero, Instituto Tecnológico de Zacatepec (Mor), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Universidad Politécnica de Chiapas, Universidad Politécnica del Centro (Tabasco), Universidad Autónoma de Zacatecas, Instituto Tecnológico de Boca del Rio (Veracruz), Instituto Politécnico Nacional, Universidad Tecnológica de la Selva (Chiapas), Universidad Autónoma de Nayarit, Instituto Politécnico de Guerrero, Universidad Tecnológica de Durango, Instituto Tecnológico de Monterrey sede Querétaro, y el 2.33% corresponde a aspirantes egresados de la Universidad de la Habana (Cuba).

La Maestría en Biotecnología, desde su creación a la fecha, ha incrementado la matrícula de estudiantes. Actualmente cuenta con una matrícula de 76 estudiantes (generaciones vigentes: febrero 2016-septiembre 2018), de estos han desertado el 1.31 % y solicitado su baja definitiva el 3.94 %. La MB es un programa con una eficiencia terminal de más del 75% y una tasa de graduación arriba del 88.3% (generaciones tituladas febrero 2015 a febrero 2016). Las tasas de eficiencia terminal y titulación fueron afectadas por el sismo ocurrido en septiembre del 2017 en el estado de Morelos.



### 3.7. Análisis comparativo con otros planes de estudio

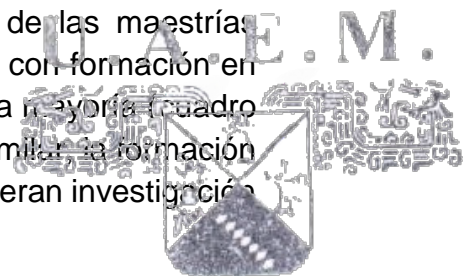
Para el análisis comparativo con otros planes de estudio, se realizó una búsqueda en el PNPC del CONACyT de maestrías con características similares a la MB (nivel consolidado o competencia internacional, orientación a la investigación, modalidad escolarizada y dentro del área SNI de Biotecnología y Agropecuarias en el PNPC del CONACyT. Se detectaron 14 maestrías, 11 consolidadas, (cuadro 1, Anexo I) y tres con estatus internacional (cuadro 2, Anexo I), Posteriormente se localizó en la página web de cada maestría, información complementaria que permitiera realizar la comparación con la MB.

De las catorce maestrías identificada, el 57.14% (8) se encuentran en la región centro de México (Figura 1), lo que representa una oferta mayor de posgrados para los aspirantes de la región. Cabe destacar que la MB es un posgrado atractivo para estudiantes de otros estados (Chiapas, Veracruz, Guerrero, Nayarit, Durango, Zacatecas, entre otros) y del extranjero.

Respecto a las LGAC, de las 13 maestrías (omitiendo MB), el 76.92 % tienen una similar con la MB, 15.38% comparte dos, sin embargo, ningún posgrado presenta la totalidad y cobertura de líneas que tiene la MB (Figura 2). Respecto a la región centro se observa la misma tendencia, considerando las ocho maestrías (Figura 3), el 71.42% de ellas comparte sólo una LGAC, el 28.58% (dos maestrías) comparten dos y ninguna tiene las tres líneas de investigación de la MB. Podemos inferir que la integración de las líneas de generación de la MB (Biotecnología Agropecuaria, Biotecnología Aplicada al Ambiente y Biotecnología de Productos en el Sector Salud), ofrecen mayor diversidad al desarrollo de investigación científica dentro del área de la biotecnología. Las LGAC fortalecen las colaboraciones entre los profesores integrantes del NAB y otras instituciones nacionales e internacionales.

Los planes de estudios analizados y reportados por el PNPC muestran los siguientes créditos: cinco maestrías requieren cubrir 51-70, dos maestrías 71-90, dos maestrías 91-110, una de más de 111 y una que no especifica. Para la MB el estudiante debe cubrir 92 créditos (Figura 4). Los créditos de la MB han permitido que el PE cumpla con el 75% de eficiencia terminal.

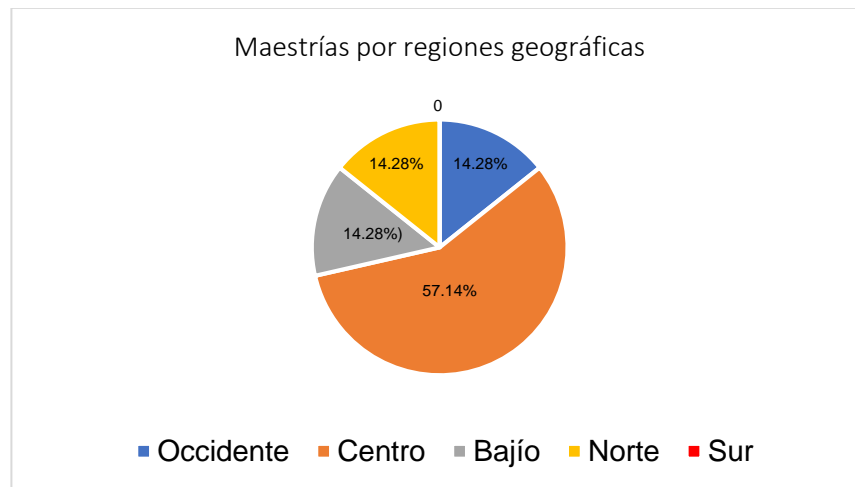
Otro punto importante para considerar en los PE de las maestrías analizadas es el perfil de ingreso, se requieren estudiantes con formación en biotecnología, química, biología, medicina y agricultura en la mayoría (cuadro 1 y 2, ANEXO 1). No obstante; que el perfil de ingreso es similar la formación es diferente. La MB se fortalece por sus tres LGAC, que generan investigación



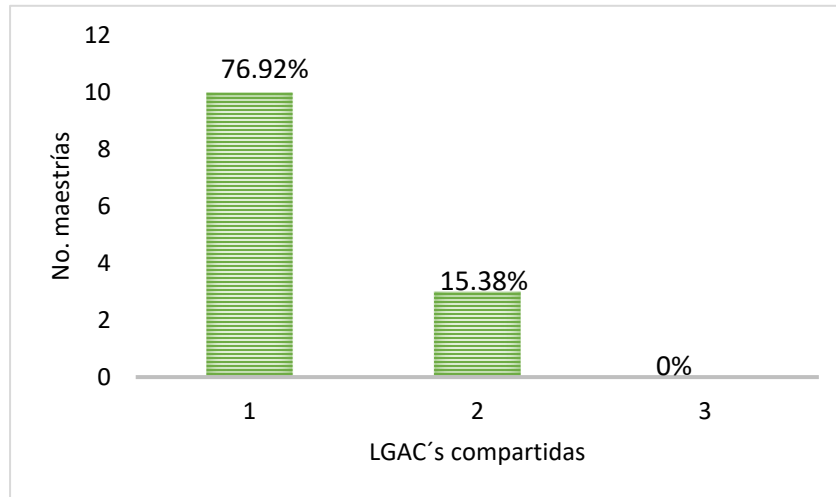


básica y aplicada que sirve como plataforma para profundizar en problemas científicos de vanguardia.

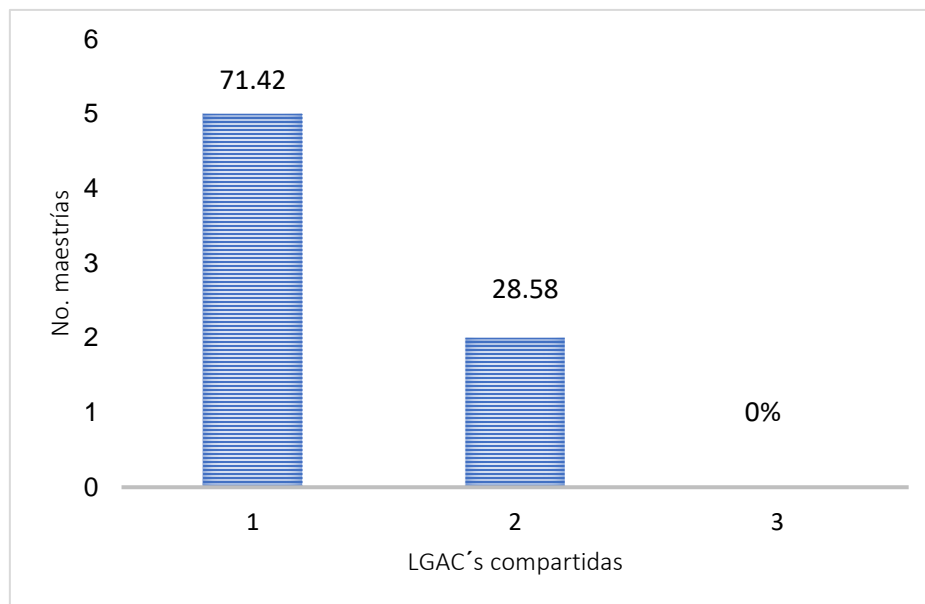
Por lo anterior, se concluye que la MB es una opción atractiva de calidad debido a: a) cubre áreas geográficas diferentes a su localización, b) integra LGAC atractivas para los estudiantes, c) tiene un número de créditos equilibrado y d) su enfoque va desde la biotecnología básica hasta la aplicada.



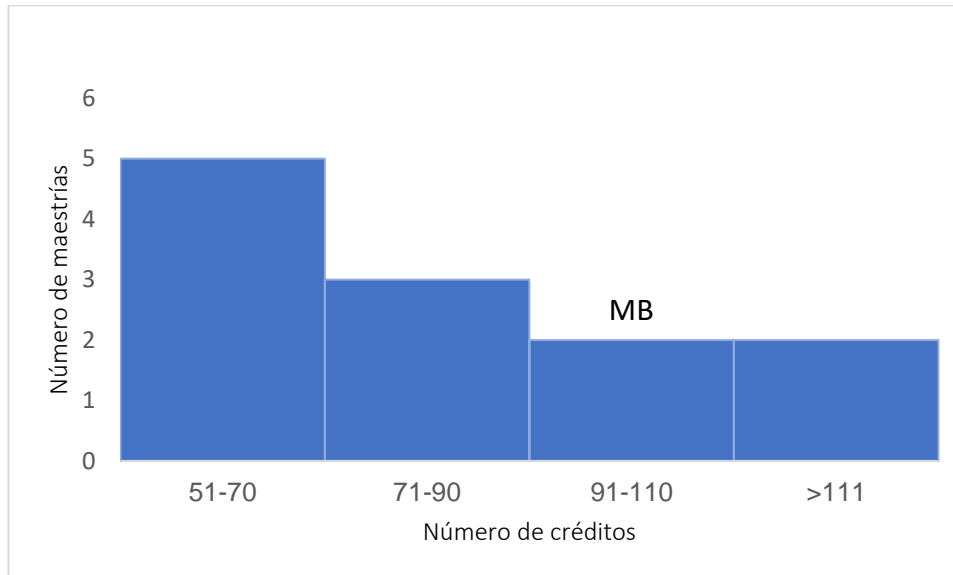
**Figura 1.** Porcentaje de maestrías con características similares a la MB (n=14) en las diferentes regiones geográficas de México.



**Figura 2.** Maestrías dentro del PNPC que tienen una LGAC similar con la MB (n=13), ya que no se considera la MB.



**Figura 3.** Maestrías de la región centro con características similares a la MB, con misma tendencia en sus LGAC (n=7), ya que no se considera la MB.



**Figura 4.** Número de créditos requeridos por las maestrías con programas similares a la MB y que pertenecen al PNPC (n=12), maestrías faltantes no repostan el número de créditos en su página web.

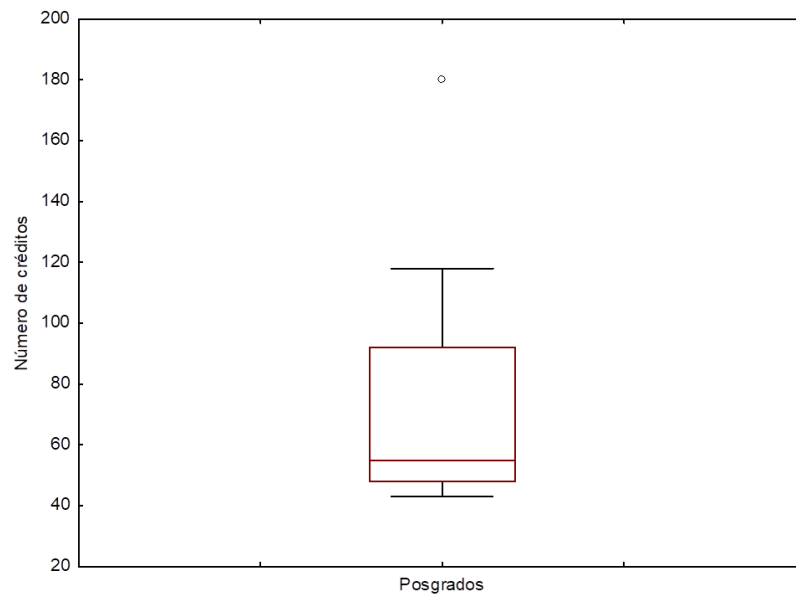
### 3.7.1. Análisis comparativo con planes de estudio en el nivel internacional del Padrón Nacional de Posgrados de Calidad CONACyT.

A nivel internacional existen 3 posgrados con las mismas características y que además desarrollan LGAC con afinidad a las del CEIB. Por ejemplo, dos posgrados son maestrías en ciencias con especialidad en Biotecnología (IPN) (Cuadro 3, Anexo I).

Como se ha mencionado, 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 por: 1. Pertenecer al Padrón Nacional del Posgrado del CONACyT, 2. Ser programas académicos afines que comparten la misma área de conocimiento y un mismo campo disciplinar, 3. Por cercanía física que representa la competencia más real para la UAEM.

### 3.7.2 Análisis comparativo del PE de la MB con otros PE de países latinoamericanos

El análisis comparativo se realizó principalmente con los siguientes países latinoamericanos: Brasil, Argentina, Colombia y Cuba. El criterio de selección de éstos fue debido a que los alumnos extranjeros que optan por la MB provienen de esos países y existen colaboraciones con profesores del NAB del CEIB. La búsqueda se realizó a través del portal Universia. Se analizaron los planes de estudio de 15 universidades que ofertan maestrías en Biotecnología (cuadro 2, Anexo I) en Brasil (3), Argentina (2), Colombia (7) y Cuba (7). Todas tienen una duración de dos años. El número de créditos máximo es de 180, el cual se manifiesta como un punto atípico, y el mínimo de 53 (Figura 5). Como puede observarse, aproximadamente 75% de los posgrados, que presentaban esta información, tienen menos créditos de los que tiene la MB. Ningún posgrado integra las mismas LGAC de la MB, las líneas que manejan son similares, pero están enfocadas en las áreas de química, ciencias agronómicas (mayormente pecuarias), de salud desde una perspectiva galénica (Cuadro 3, Anexo I).



**Figura 5.** Análisis comparativo del número de créditos con PE internacionales.

De acuerdo con el Cuadro 2 (Anexo I), observamos que, aunque todos los programas tienen una duración de dos años, los planes de estudio son

semestrales con 53 a 180 créditos, mientras que el posgrado de la MB es de 92 créditos, lo que ha permitido lograr una eficiencia terminal importante en esta área de biotecnología.

El PE de la MB promueve el trabajo interdisciplinario mediante la interacción entre las LGAC, la conformación de comités tutorales y el fomento a la realización de proyectos de investigación dirigidos por investigadores de alto nivel académico que son miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y cuentan con Perfil Deseable PRODEP-SEP.

La MB prioriza los criterios de calidad académica y científica para el ejercicio profesional de la biotecnología; responde a las necesidades y demandas de los sectores: ambiental, agrícola y de salud del estado de Morelos y problemas de índole nacional; Permite la revisión y actualización permanente de contenidos, en función de las necesidades de los estudiantes que ingresan al PE; Contempla la flexibilidad curricular: a) Eliminando la seriación en los seminarios, b) Incorporando diferentes modalidades de enseñanza-aprendizaje, modelo de aprendizaje por competencias y el sistema tutorial, que permite la formación individualizada del estudiante al trabajar directamente con su comité tutorial, c) promoviendo la movilidad de los estudiantes a laboratorios de investigación nacionales e internacionales.

La MB favorece el intercambio de experiencias con profesionales e investigadores de diferentes dependencias e instituciones de educación superior al fomentar la movilidad académica del estudiante hacia otras unidades académicas de la UAEM e instituciones nacionales e internacionales, así como la participación en congresos, simposios y coloquios, entre otros. También se realizan estancias académicas y de investigación para profesores en los sectores productivos y académicos, permitiendo que los docentes de otras unidades académicas nacionales e internacionales apoyen los procesos de formación de los estudiantes, colaborando en la impartición de seminarios, recibiendo estudiantes en sus instituciones y formando parte de los comités tutorales.

Además, se promueve la posibilidad de que investigadores nacionales y extranjeros realicen estancias posdoctorales en laboratorios de investigación de la UAEM, en relación con las LGAC de este posgrado, es por ello por lo que en los requisitos de ingreso se pide comprensión y redacción en el idioma inglés con la posibilidad de generar productos publicables

### 3.8. Evaluación del programa educativo a modificar

La Comisión de Reestructuración Curricular de la MB del CEIB, da seguimiento al análisis y respuesta a las recomendaciones de modificación y/o reestructuración al PE de la MB sugeridas por la evaluación plenaria del PNPC-CONACyT. Así mismo consensa las observaciones vertidas por la Comisión Académica de Seguimiento de la Maestría en Biotecnología (CASMB), del NAB, estudiantes y egresados de la MB para la mejora y fortalecimiento del programa.

#### 3.8.1 Evaluación interna

En cumplimiento con el artículo 44° del Reglamento General de Estudios de Posgrado vigente, con el equipo de trabajo de la Dirección de Investigación y Posgrado, que es el sector técnico-metodológico y la Comisión de Reestructuración Curricular realizan el análisis de congruencia del plan de estudios: se revisa el objetivo general, los particulares, las metas, los perfiles de ingreso y egreso, así como la productividad de los PITC con relación a las LGAC que sustenta el programa y que son parte fundamental del mismo PE. Una vez concluido este análisis, se logra la revisión del PE. El cual es revisado y aprobado en su caso por el Consejo Interno de Posgrado y posteriormente por el Consejo Técnico del CEIB.

El PE reestructurado o modificado es avalado por la Dirección de Investigación y Posgrado que a su vez es turnado a las Comisiones Académicas de Consejo Universitario para posteriormente ser aprobado por la instancia máxima de la UAEM, el Consejo Universitario (CU).

### 3.8.2 Evaluación Externa

La MB fue evaluada en el 2016 por los pares académicos del CONACyT, en la que emitieron observaciones para la mejora continua y en la presente reestructuración (2018) se plantea como han sido atendidas (Cuadro 1).

<b>Cuadro 1.</b> Resolución a las observaciones emitidas por los pares académicos del CONACyT de la Evaluación Plenaria 2016 al MB.	
<b>Observaciones de la Evaluación Plenaria 2016</b>	<b>Planteamiento de Atención</b>
1. Incorporar cátedras CONACyT para incrementar su Núcleo Básico.	En la Convocatoria 2016 de Cátedras CONACyT, se aprobó el proyecto de Investigación “Genómica estructural y funcional aplicada al desarrollo del sector pecuario”, presentado por el Dr. Edgar Dantán González, quien solicitó a un profesor Cátedra. La Dra. Deyanira Pérez Morales se integró al NAB de la MB en el 2017. Se continuará participando en las convocatorias de Cátedras CONACyT. Además de las cátedras CONACyT, también han participado dos estancias posdoctorales: Dra. Nancy Rivera Gómez, becaria CONACyT (2015-2017) y Dra. Isela Hernández Plata, becaria CONACyT (2016-2018). El CEIB gestionó ante rectoría de la UAEM, la contratación de 3 PITC con SNI (nivel II), a partir de enero del 2019, estos impactarán en las LGAC del programa de la MB.
2. Se recomienda definir un nivel de inglés de ingreso y egreso que sea equiparable al TOEFL.	Se continuará solicitando una constancia de comprensión de lectura del idioma inglés como requisito de ingreso al posgrado (aplica CELE-UAEM). Para el egreso de la MB a partir de esta nueva reestructuración al plan de estudios 2018, se realizará un examen de inglés equiparable al TOEFL que aplicará y avalará el CELE-UAEM.
3. Se recomienda que la institución asigne un	A través de la Dirección de Investigación y Posgrado de la UAEM se gestionan los recursos ante el Programa de Fortalecimiento de la Calidad Educativa (PFCE/SEP). Estos recursos

**Cuadro 1.** Resolución a las observaciones emitidas por los pares académicos del CONACyT de la Evaluación Plenaria 2016 al MB.

<b>Observaciones de la Evaluación Plenaria 2016</b>	<b>Planteamiento de Atención</b>
presupuesto específicamente a vinculación	se utilizan para la adquisición de infraestructura científica, servicios y materiales para los proyectos de investigación de los estudiantes, así como apoyos de la propia institución para la movilidad de los estudiantes y PITC del NAB de la MB (congresos y estancias). En este sentido la MB realiza seminarios, simposios, congresos de posgrados, con recursos de la UAEM y PFCE, donde se dan a conocer a la comunidad los proyectos de investigación que realizan los estudiantes en el posgrado. Además, la UAEM cuenta con el apoyo de la Dirección de Vinculación Académica y la Dirección de Transferencia de Conocimientos de la Secretaría Académica; la primera tiene como finalidad propiciar la relación con los sectores público y privado; la segunda es la encargada de promover la transferencia de los conocimientos científicos y tecnológicos (consultorías, licenciamientos y creación de Empresas Basadas en Conocimientos (EBC)) generados al interior de la comunidad UAEM hacia la sociedad, la industria y el gobierno. Ambas áreas tienen la finalidad de recoger y atender las necesidades de la sociedad, industria y gobierno tanto a nivel local como nacional, que contribuyan a su desarrollo social y económico.
4. Realizar un estudio comparativo del posgrado con respecto a otros similares a nivel nacional e internacional.	Para el análisis comparativo con otros planes de estudio, se realizó una búsqueda de maestrías con características similares a la MB (nivel consolidado y/o internacional, orientado a la investigación, modalidad escolarizada y dentro del área SNI de Biotecnología y Agropecuarias) en el PNPC del CONACyT. Se detectaron 14 maestrías (incluyendo la MB), 11 consolidadas y tres internacionales. Del total de maestrías seleccionadas el 57.14% (8 maestrías) se



**Cuadro 1.** Resolución a las observaciones emitidas por los pares académicos del CONACyT de la Evaluación Plenaria 2016 al MB.

Observaciones de la Evaluación Plenaria 2016	Planteamiento de Atención
	<p>encuentra en la región centro de México. Lo que representa una oferta mayor de posgrados para aspirantes en la zona centro. No obstante; cabe destacar que la MB no sólo evalúa aspirantes de la región centro, sino también es un posgrado atractivo para estudiantes de estados de otras regiones (Chiapas, Veracruz, Nayarit, Durango, Zacatecas entre otros.), y estudiantes provenientes del extranjero.</p> <p>De las 13 maestrías (omitiendo MB), el 76.92% tienen una LGAC similar con la MB, 15.38% tiene dos LGAC. Sin embargo, ningún posgrado presenta las LGAC que tiene la MB. Con respecto a la región centro se observa la misma tendencia, considerando las ocho maestrías, el 71.42% de ellas comparte sólo una LGAC, 28.58% (dos maestrías) comparten dos LGAC, ninguna tiene las tres LGAC de investigación de la MB. Podemos inferir que la integración de dichas LGAC de la MB (Biotecnología Agropecuaria, Biotecnología Aplicada al Ambiente y Biotecnología de Productos en el Sector Salud), ofrecen mayor diversidad al desarrollo de investigación científica dentro del área de la biotecnología. Las LGAC fortalecen las colaboraciones entre los profesores integrantes del NAB y otras instituciones nacionales e internacionales. Lo cual favorece al estudiante terminar su posgrado como lo establece el PE de la MB.</p> <p>De los planes de estudios analizados y reportados por el PNPC muestran los siguientes créditos que deben ser cubiertos: cinco maestrías requieren cubrir 51-70, dos maestrías 71-90, dos maestrías 91-110, una más de 111 y una sin especificar, para la MB el estudiante debe cubrir 92 créditos. Los créditos de la MB</p>

**Cuadro 1.** Resolución a las observaciones emitidas por los pares académicos del CONACyT de la Evaluación Plenaria 2016 al MB.

Observaciones de la Evaluación Plenaria 2016	Planteamiento de Atención
	<p>han permitido que el PE cumpla con aproximadamente el 75% de eficiencia terminal. Otro punto importante para considerar en los PE de las maestrías analizadas es el perfil de ingreso, se requieren de formación en biotecnología, química, biología, medicina y agricultura en la mayoría. No obstante; que el perfil de ingreso es similar, la formación es diferente. La MB se fortalece por sus tres LGAC, que generan investigación básica y aplicada que sirve como plataforma para profundizar en problemas científicos de vanguardia. Por lo anterior, se concluye que la MB es una opción atractiva de calidad debido a: a) Cubre áreas geográficas diferentes a su localización, b) integra LGAC atractivas para los estudiantes, c) tiene un número de créditos equilibrado y d) su enfoque va desde la biotecnología básica hasta la aplicada.</p> <p>A nivel internacional existen 5 posgrados con las mismas características, pero, de los cuales tres (60 %) desarrollan LGAC con afinidad a las del CEIB. Por ejemplo, dos posgrados son maestrías en ciencias con especialidad en Biotecnología (IPN) (cuadro 3 anexo I).</p> <p>Como se ha mencionado, los programas de posgrado relacionados con el área de la Biotecnología, son diversos. Para la comparación de la MB vigente en la UAEM con otros programas, se consideraron por los siguientes criterios: 1. Pertenecer al Padrón Nacional del Posgrado del CONACyT. 2. Ser programas académicos afines que comparten la misma área de conocimiento y un mismo campo disciplinar. 3. Por cercanía física que representa la competencia más real para la UAEM.</p>

**Cuadro 1.** Resolución a las observaciones emitidas por los pares académicos del CONACyT de la Evaluación Plenaria 2016 al MB.

Observaciones de la Evaluación Plenaria 2016	Planteamiento de Atención
	<p>Análisis comparativo del Plan de estudios de la MB con planes de estudio de países latinoamericanos.</p> <p>Se realizó una búsqueda en los siguientes países latinoamericanos: Brasil, Argentina, Colombia y Cuba. El criterio de selección de estos países fue debido a que los alumnos extranjeros que optan por la MB provienen de esos países y hay colaboración con profesores del NAB de la Maestría en Biotecnología del CEIB. El criterio de búsqueda en la red de las universidades fue utilizando palabras clave como: “maestrías biotecnología” + el nombre del país en cuestión, “becas para mexicanos al extranjero” + “maestría en biotecnología”. La búsqueda se realizó a través del buscador Google y se complementó a través del portal Universia. Es importante destacar que se consideró en el análisis sólo a aquellas universidades que tuvieran suficiente información.</p> <p>Se analizaron los planes de estudio de 15 universidades que ofertan maestrías en Biotecnología en Brasil (3), Argentina (2), Colombia (7) y Cuba (7). Todas tienen una duración de dos años. El número de créditos máximo es de 180, el cual se manifiesta como un punto atípico, y el mínimo de 53. Como puede observarse, aproximadamente 75% de los posgrados, que presentaban esta información, tienen menos créditos de los que tiene la MB. Nuevamente, ningún posgrado integra las mismas LGAC de la MB. Las líneas que manejan pudieran leerse similares, pero están enfocados en química, Ciencias agronómicas (mayormente pecuarias), de salud desde una perspectiva galénica.</p>



**Cuadro 1.** Resolución a las observaciones emitidas por los pares académicos del CONACyT de la Evaluación Plenaria 2016 al MB.

Observaciones de la Evaluación Plenaria 2016	Planteamiento de Atención
<p>5. Se recomienda implementar una plataforma para el seguimiento de egresados.</p>	<p>Actualmente el CEIB cuenta con una plataforma electrónica donde se realiza el llenado de un formulario para los estudiantes egresados de la MB, haciéndoles llegar un correo electrónico a su cuenta personal. La plataforma consta de una página principal en la que se encuentra una descripción del por qué es importante realizar el seguimiento de egresados de la MB y un apartado en el que el egresado introduce su correo electrónico para poder acceder al cuestionario de interés. El siguiente paso se encuentran descritas una serie de preguntas enfocadas al seguimiento académico y/o laboral del egresado, así como la relevancia e impacto de la MB en su quehacer actual, además se solicita el contacto del empleador actual para saber el nivel de satisfacción del empleador. Al final del cuestionario se da por finalizada la encuesta y en automático el posgrado de la MB recibe las estadísticas de ubicación y posición de nuestros egresados. De 178 egresados de la MB desde la primera generación, se obtuvo la respuesta a la encuesta de egresados, el 50% (89 egresados), de estos el 82% continuaron con los estudios de doctorado, el 18 % restante se encuentra laborando en diferentes áreas: sector educativo (65%), sector gobierno (14.3%), empresas (8%) y el resto en otros (13%). Cabe destacar que el 16% del sector educativo pertenece el SNI. (<a href="https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe_sGx1wRIT-GKLuGGxgezrvweK4YBgiVrTrEiAz9aQaC9LBA/viewform">https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe_sGx1wRIT-GKLuGGxgezrvweK4YBgiVrTrEiAz9aQaC9LBA/viewform</a>). Además, se organizó el “1er Simposio de egresados de posgrados de la D.E.S de Ciencias Naturales”, donde participaron como ponentes.</p>

**Cuadro 1.** Resolución a las observaciones emitidas por los pares académicos del CONACyT de la Evaluación Plenaria 2016 al MB.

Observaciones de la Evaluación Plenaria 2016	Planteamiento de Atención
	<p>investigadores egresados de la MB. Se convocó de manera electrónica, difusión en radio y prensa a los egresados de este posgrado, destacando la MB por ser el primer programa de posgrados de la DES de Ciencias Naturales y por tener mayor número de matrícula de egresados. En el encuentro de egresados realizado el 7 de septiembre del 2018, se registró un 58.74% de asistentes egresados de la MB al evento, algunos egresados más siguieron el evento por vía electrónica. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=v_CKUFuey10">https://www.youtube.com/watch?v=v_CKUFuey10</a></p>
<p>6. Se hace especial hincapié en implementar acciones de difusión de las diferentes LGAC para equilibrar la relación estudiante/profesor.</p>	<p>La comisión académica de seguimiento en reunión plenaria acordó que cada PITC puede tener hasta 4 estudiantes simultáneamente de acuerdo a los requerimientos del PNPC, por lo que el Consejo Técnico del CEIB recomendó a los PITC ajustar el número de estudiantes de acuerdo a lo solicitado por CONACyT (no más de 4 estudiantes). Además, se asignó estudiante al PITC de cátedras. Los PITC que ingresaron al SNI se integraron al NAB de la MB, tratando de equilibrar el número de estudiantes por LGAC. La difusión del proceso de ingreso a la MB se inicia con la publicación de la convocatoria correspondiente en la página de internet de la UAEM, se cuenta con una liga direccionada al programa de la MB, donde se encuentra toda la información de los PITC referente a sus publicaciones, tesis dirigidas y proyectos que desarrolla en este programa. En la página del CEIB, en su portal se especifican las LGAC que</p>

**Cuadro 1.** Resolución a las observaciones emitidas por los pares académicos del CONACyT de la Evaluación Plenaria 2016 al MB.

Observaciones de la Evaluación Plenaria 2016	Planteamiento de Atención
	<p>desarrolla cada laboratorio; también se encuentra el Plan de Estudios y la convocatoria del programa de la MB, así como las ligas para su difusión (facebook, twitter). Además, se cuenta con material impreso (dípticos, posters) los cuales son difundidos en diversos eventos congresos, simposios, cursos, entre otros). El CEIB cuenta con un área de Servicios de Extensión y Difusión, donde participan activamente los profesores y estudiantes (<a href="https://www.uaem.mx/ceib/MaestriaMB.html">https://www.uaem.mx/ceib/MaestriaMB.html</a> <a href="https://www.uaem.mx/admision-y-oferta/posgrado/maestria-en-biotecnologia/">https://www.uaem.mx/admision-y oferta/posgrado/maestria-en-biotecnologia/</a>, <a href="http://www.menb.mx/index.php/programa/convocatoria">http://www.menb.mx/index.php/programa/convocatoria</a>, <a href="http://www.uaem.mx/ceib/master.html">http://www.uaem.mx/ceib/master.html</a>, <a href="https://www.facebook.com/ceib.uaem">https://www.facebook.com/ceib.uaem</a>)</p> <p>En la UAEM existe el apoyo de la unidad de radio y difusión que nos contacta con otros medios externos donde promueven la realización de programas de televisión científicos (TV canal Once, TV UNAM, entre otros). Los alumnos y PITC de la MB participan regularmente en entrevistas por radio UAEM. Asimismo, los profesores de la MB pertenecen a diferentes sociedades científicas del país en las áreas del conocimiento que sustentan las LGAC, donde se divulga el PE a nivel nacional e internacional.</p>

### 4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

La modalidad en la cual se va a cursar la MB será de forma presencial con orientación en investigación. La Maestría se cursa en 4 semestres y consta de dos ejes de formación: un eje teórico y un eje de investigación que se describen en las siguientes secciones. Contempla 92 créditos: 36 créditos en el eje teórico divididos en 2 unidades de aprendizaje básicas y 2 tópicos selectos, 56 créditos en el eje de investigación, que consiste en el desarrollo de un proyecto de investigación que genere conocimiento original y su divulgación, ya sea a través de artículos científicos o reuniones académicas. Este eje se conforma por cuatro seminarios, cuyo objetivo es el de iniciar a los estudiantes en la reflexión y discusión académica colegiada y cuatro trabajos experimentales (exámenes tutorales), que involucran el desarrollo de una tesis, y tutorías. El tutor principal (director de tesis) es el responsable de orientar y supervisar el proceso de investigación que desarrolla el estudiante. El sistema de tutorías brinda un seguimiento cercano del estudiante con el fin de mantener un alto nivel de formación académica y garantizar la eficiencia terminal. Dicho sistema consiste en asignar a un PITC del núcleo de profesores de la MB como director del trabajo de tesis, quién supervisará el desempeño y actividades académicas del estudiante. Además, se designará un comité tutorial conformado por cinco investigadores, de los cuales al menos tres deberán pertenecer al CEIB y un máximo de dos podrán ser profesores externos. En casos especiales, un estudiante podrá tener un co-director de tesis, previo análisis y autorización de la Comisión Académica. El director y en su caso el co-director de tesis, formarán parte de este comité tutorial.

Las actividades académicas contribuyen a proporcionar al estudiante experiencia en actividades adicionales a la investigación, y que formarán parte de sus responsabilidades profesionales una vez que se incorporen a las actividades de investigación y docencia. La actividad académica la definirá el estudiante junto con su director de tesis y su comité tutorial y son las siguientes: asistir y en su caso presentar seminario institucional, asistir y participar en los eventos organizados por la unidad académica (congresos, simposios, foros, etc), presentar como autor principal sus resultados en un congreso a nivel nacional o internacional y realizar una estancia de investigación.

El mapa curricular no representa una distribución semestral de materias a cursar sino una guía para la asignación de créditos por el comité tutorial, con base en la evaluación de los avances del trabajo del estudiante. No existe restricción en el avance del estudiante por número de semestre.



### 4.1 Asignación del Sistema de Créditos

Para obtener el grado de Maestro en Biotecnología, el estudiante deberá cubrir un total de 92 créditos. De acuerdo con el reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM, se otorgarán:

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

Los créditos se encuentran distribuidos a través de los ejes teórico y de investigación. El primero agrupa a las unidades de aprendizaje básicas y tópicos selectos con dos créditos por 1 hora/semana. En el segundo eje comprende, el trabajo experimental y el seminario, éste último con un crédito por 1 hora/semana (Cuadro 2).



**Cuadro 2. Asignación de créditos por eje formativo**

EJES FORMATIVOS	H/T*	H/P*	CRÉDITOS TOTALES
Teórico	18	0	36
Investigación	4	48	56
<b>TOTAL</b>			<b>92</b>
*Horas Teóricas (H/T), *Horas Prácticas (H/P)			

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, siendo que 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 comité tutorial conformado por cinco profesores. Este comité dará seguimiento al avance de su trabajo de tesis. El estudiante deberá entregar a cada tutor sinodal un escrito de avance de tesis, con un contenido mínimo (Cuadro 3).

### Cuadro 3. Requerimientos básicos para la presentación del trabajo experimental.

REQUERIMIENTO MÍNIMO	CONTENIDO DEL ESCRITO Y NIVEL DE DISCUSIÓN	CRÉDITOS	AVANCE TESIS (%)
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
Resultados preliminares	Presentación de cambios que se hayan recomendado en el examen tutorial I y avances del proyecto de investigación.	12	50
Resultados	Generación de datos dirigidos a cumplir los objetivos del proyecto.	12	75
Integración de Resultados	Discusión de resultados obtenidos y conclusiones.	12	100

### 5. OBJETIVOS CURRICULARES

#### 5.1 Objetivo General

Formar recursos humanos de alta calidad académica en biotecnología, a partir de la adquisición de conocimientos teóricos básicos y disciplinares aplicados a un trabajo experimental que les permita apoyar proyectos de investigación básica y/o aplicada en las áreas ambiental, agropecuaria y de la salud, así como realizar labores de difusión científica.

#### 5.2 Objetivos Específicos

1. Dar al estudiante una sólida preparación en las ciencias básicas con conocimientos teóricos en el área ambiental, agropecuaria y de la salud que apoyen el desarrollo de su investigación, que les permita competir en el ámbito laboral con profesionistas internacionales.
2. Dar al estudiante una sólida preparación en los conocimientos del estado del arte del área ambiental, agropecuaria y de la salud, fomentando el análisis de la información de una manera crítica.
3. Capacitar al estudiante en el ejercicio de la investigación orientada a la generación de conocimientos originales en Biotecnología en las áreas ambiental, agropecuaria y de la salud con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.
4. Fomentar la participación de los estudiantes en la difusión y divulgación de los conocimientos generados en sus proyectos de investigación de manera oral y escrita en foros científicos, tecnológicos y del público en general.
5. Fomentar el trabajo grupal, así como el intercambio académico con instituciones de educación superior, gubernamentales o industriales, nacionales o internacionales, para el desarrollo de proyectos de biotecnología en las áreas ambiental, agropecuaria y de la salud.



## Maestría en Biotecnología



### 5.3 Metas

1. El 100% de los recursos humanos habrán adquirido conocimientos y habilidades para desarrollar investigación básica y aplicada en el área ambiental, agropecuaria y de la 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 de al menos 75 %.
4. Fomentar las actividades de docencia, investigación y movilidad de estudiantes vinculadas a convenios intra e interinstitucionales que favorezcan el desarrollo de los proyectos de investigación de los estudiantes.



### 6. PERFIL DEL ESTUDIANTE

#### 6.1 Perfil de Ingreso

Los aspirantes a estudiar la MB deben reunir las siguientes características:

*Conocimientos:* Conocimientos básicos en Biología (Biología Celular, Biología Molecular, Bioquímica y Microbiología), Química, Fisicoquímica y Bioestadística.

Comprensión de textos científicos en idioma inglés.

*Habilidades:* De comprensión y redacción de textos y capacidad analítica de observación, análisis y síntesis asociadas con el conocimiento científico.

*Aptitudes:* Verbal, matemática, razonamiento lógico y abstracto, comprensión lingüística, expresión escrita, capacidad analítica, capacidad de síntesis y de observación.

*Actitudes:* 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.

#### 6.2 Perfil de Egreso

Los egresados de la MB:

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 técnica relativa a la Biotecnología, de fuentes especializadas de actualidad.
3. Poseen habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada para la solución de problemas ambientales, agropecuarios y de salud, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.
4. Aplican herramientas biotecnológicas en el desarrollo e innovación de procesos industriales.
5. Transmiten conocimientos del ámbito de la biotecnología de forma oral y escrita.
6. Tienen la capacidad de contribuir en la formación de recursos humanos en el ámbito de la biotecnología en diversos niveles educativos.
7. Desarrollan capacidades para realizar trabajo en equipo.

### 6.3 Competencias Genéricas

Las competencias genéricas son retomadas del Modelo Universitario aprobado por Consejo Universitario el 28 de septiembre en el 2010 y sólo se integran las que se desarrollarán y reforzarán en el posgrado como parte del perfil de egreso general del investigador de la UAEM. Las competencias genéricas se dividen en cuatro subcategorías:

1) Generación y aplicación del conocimiento: El estudiante de la MB adquiere las siguientes capacidades: de investigación, de búsqueda, procesamiento y análisis de información para el aprendizaje de forma autónoma, pensamiento crítico y reflexivo, crítica y autocrítica, abstracción, análisis y síntesis, aprender y actualizarse permanentemente, comunicarse en un segundo idioma, capacidad creativa, comunicación oral y escrita. Además, adquiere habilidades para el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación aplicadas a la investigación.

2) Aplicables en contexto: El estudiante de la MB adquiere las siguientes habilidades: trabajar de forma colaborativa y autónoma; aplicar conocimientos en la práctica, formular y gestionar proyectos, identificar, plantear y resolver problemas, y tomar decisiones sobre el área de estudio, comunicar conocimientos en forma verbal impartiendo clases.

3) Sociales: El estudiante de la MB tiene la capacidad de expresión y comunicación, participa con responsabilidad social, organiza, planifica, tiene habilidades interpersonales, trabaja en equipo y en contextos culturales diversos.

4) Éticas: El estudiante de la MB genera los siguientes compromisos: ético, ciudadano, con la preservación del medio ambiente, con su medio sociocultural, valoración y respeto por la diversidad y la calidad.

### 6.4 Competencias Específicas

La incorporación de conocimientos de frontera a las Líneas de Investigación permitirá el impulso de productos biotecnológicos para tener un impacto en la sociedad, trascendiendo en el desarrollo institucional, en la formación de recursos humanos y en la vinculación con sectores productivos. De manera general el estudiante adquiere las siguientes competencias: a) Innova, analiza, adapta e incorpora la práctica y transmite los conocimientos de investigación científica en cada una de las áreas del programa, mediante el amplio conocimiento del área de estudios correspondiente. b) Posee un

conocimiento sólido y actualizado en el área en la que se preparó en la Maestría en Biotecnología. c) Identifica y analiza problemas relevantes en su área de formación y define estrategias pertinentes para plantear soluciones. d) Diseña investigación prospectiva de mercado para un producto biotecnológico.

### 6.4.1 Competencias adquiridas por el estudiante de acuerdo a las LGAC

#### 6.4.1.1 Biotecnología Aplicada al Ambiente.

- Conoce los sistemas biológicos (hongos y bacterias) o sus productos, así como enzimas, para la restauración de sitios contaminados con xenobióticos.
- Realiza estudios sobre la producción de enzimas y de otros metabolitos a partir de hongos y bacterias en medio sólido y líquido.
- -Identifica las proteínas y genes implicados en los procesos de biodegradación y biotransformación de compuestos xenobióticos presentes en hongos y bacterias.
- -Tiene visión sobre el desarrollo y conocimiento de los efectos tóxicos de compuestos xenobióticos o de los productos de su degradación, sobre organismos indicadores y/o estructuras específicas.
- -Aísla genes de hongos con interés biotecnológico, en particular aquellos involucrados en la degradación de celulosa.
- -Genera sistemas de producción heteróloga que tengan la capacidad de llevar a cabo la expresión de las enzimas de interés biotecnológico.
- -Diseña procesos eficientes para la producción sustentable de biocombustibles, precursores químicos y fármacos.

#### 6.4.1.2 Biotecnología de Productos en el Sector Salud

- - Estudia las bioactividades mediante ensayos in vitro e in vivo de extractos de plantas medicinales y compuestos purificados.
- - Investiga la naturaleza de los metabolitos secundarios bioactivos presentes en las plantas aplicando procedimientos de análisis metabolómico.
- -Estudia los flujos metabólicos para la síntesis de metabolitos secundarios en plantas medicinales.

- -Investiga los procedimientos biotecnológicos para la producción de medicamentos a partir de plantas de la flora medicinal de México utilizando sistema de cultivos in vitro que involucran cultivos de tejidos vegetales para permitir una producción permanente y controlada de los fármacos deseados.
- -Implementa diferentes estrategias que permiten lograr una producción incrementada y homogénea de los medicamentos de interés que presenten alto valor agregado.
- -Investiga la sobreexpresión de genes que participan en la producción de los compuestos bioactivos.
- -Realiza estudios neurotoxicológicos con compuestos orgánicos.
- -Realiza estudios de evaluación neurofarmacológica de extractos de plantas medicinales con interés biotecnológico, con énfasis en los mecanismos, pre- y post-sinápticos de la neurotransmisión.
- -Estudia la relación estructura-función de proteínas contenidas en el veneno del ciempiés.
- -Aísla, purifica y caracteriza compuestos antimicrobianos provenientes de hongos y venenos de arácnidos.

### 6.4.1.3 Biotecnología Agropecuaria

- Conoce los mecanismos genéticos subyacentes de las respuestas de los organismos a sus entornos naturales.
- Estudia el desarrollo de estrategias relacionadas con el control de plagas agrícolas y pecuarias, así como la adaptación de plantas ante el estrés hídrico a partir de microorganismos y metabolitos de plantas.
- Estudia el diseño y producción de biofertilizantes.
- Mejora la tolerancia al estrés biótico y abiótico en plantas y microorganismos.
- Desarrolla bioinsecticidas a base de cepas nativas de hongos entomopatógenos y de extractos vegetales para el control biológico de plagas.
- Realiza estudios de genómica estructural y funcional de la relación simbiótica de bacterias asociadas a nematodos entomopatógenos así como de la microbiota ambiental.
- Realiza estudios genómicos enfocados a resolver problemas del sector pecuario.





## Maestría en Biotecnología



- Utiliza microorganismos capaces de promover el crecimiento vegetal de especies de interés agrícola.
- Conoce los mecanismos químicos que median las interacciones planta-planta y planta-insecto.
- Conoce y domina aspectos ecofisiológicos de la germinación y micropropagación de plantas.

Además, el estudiante adquiere: actitud de compromiso, motivación y responsabilidad en el trabajo, ética y valores morales, sentido humanista y ético, compromiso social, respeto por el entorno social y por los recursos naturales.



## 7. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

La estructura curricular del plan de estudios de la MB opera por semestres y contempla una duración de dos años. El plan de estudios está constituido de 2 unidades de aprendizaje básicos de elección, 2 unidades de aprendizaje optativas (tópicos selectos), 4 trabajos experimentales (exámenes tutorales), que involucran el desarrollo de una tesis y 4 seminarios que tienen como objetivo capacitar a los estudiantes en la reflexión y discusión académica colegiada.

### 7.1 Flexibilidad Curricular

El PE 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 básicas y optativas (tópicos selectos). Éstas últimas 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 su formación.
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. Es un plan de estudios de tipo tutorial, en el cual la formación del estudiante se realiza de manera colegiada.
6. Permite la actualización e implementación de contenidos temáticos, especialmente en las unidades de aprendizaje optativas (tópicos selectos), en las diferentes disciplinas que inciden en la formación del estudiante, sin que se requiera cambiar el plan de estudios de la Maestría.

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

### 7.1.1 Oferta educativa diversificada

En el contexto de la modernización de la estructura del Estado, uno de los factores de mayor relevancia es el sector educativo. El Plan Sectorial de Educación 2013-2018<sup>4</sup> y el PIDE-UAEM 2012-2018, señalan que la educación debe estar orientada al logro de las competencias que se requieren para alcanzar un desarrollo democrático y social adecuado. Por ello, el Gobierno Federal apoyará a las instituciones de educación superior del país que fortalezcan el trabajo académico y de investigación, así como el crecimiento de la oferta en áreas prioritarias para el desarrollo regional y nacional.

Por otro lado, como fue plasmado en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018<sup>5</sup>, México enfrenta el reto de impulsar el posgrado como un factor para el desarrollo de la investigación científica, la innovación tecnológica y la competitividad que se requieren para su inserción eficiente en las sociedades modernas. La política de posgrado de la UAEM plantea ofrecer programas educativos que sean pertinentes con las necesidades del estado y se mantengan a la vanguardia en la generación del conocimiento de cada disciplina. En ese sentido, la MB atiende ampliamente las demandas y necesidades de superación académica con el máximo grado de habilitación que generen recursos humanos capacitados para proponer y resolver problemas actuales en las áreas estratégicas mencionadas en los planes nacional y estatal de desarrollo, que impactan en los sectores, agrícola, energético, industrial, alimentario y de salud.

La MB permite formar maestros especializados en temática y procesos biotecnológicos, capaces de realizar investigación científica de alta calidad a través del desarrollo de habilidades y del conocimiento teórico y experimental, lo que les permitirá proponer soluciones a problemas relacionados con el área de las ciencias naturales, tanto a nivel estatal, nacional e internacional.

### 7.1.2 Reformulación de la estructura curricular

La estructura curricular planteada dentro del programa de la MB contempla una duración de dos años para la obtención del grado y el cumplimiento de 92 créditos en sus dos ejes formativos. Dada la flexibilidad

curricular, los cursos del eje teórico y del eje de investigación no mantienen una postura de seriación, por lo que los estudiantes pueden distribuir dentro de los semestres los cursos que consideren convenientes para el proceso y fortalecimiento de su formación. Es menester mencionar que la estructura que el estudiante determine deberá ser avalada por su director de tesis y el comité tutorial, esto con el fin de que la trayectoria académica del estudiante le permita un óptimo desempeño.

### 7.1.3 Itinerarios de formación

Este posgrado ofrece condiciones de flexibilidad curricular y movilidad estudiantil, que permite al estudiante distribuir y organizar sus cursos de acuerdo a sus intereses académicos, así como la posibilidad de cursar otras asignaturas en programas educativos pertenecientes al PNPC o en el extranjero, y apoyos para estancias en instituciones nacionales e internacionales que propicien experiencias y conocimientos disciplinares, que contribuyan a su formación integral para promover una formación profesional multidisciplinaria que reconozca la necesidad de atender problemáticas sociales desde diferentes perspectivas. Para la UAEM es relevante el desarrollo y proyección de la MB, debido a la diversidad de aplicaciones científicas que sustentan su desarrollo en la integración de procesos biotecnológicos e inserción en diferentes sectores productivos (agropecuario, ambiental, alimentario y farmacéutico, entre otros).

### 7.1.4 Temporalidad

La Comisión de Seguimiento Académico de la MB reúne semestralmente a los estudiantes junto con su director de tesis, para planificar las estrategias que favorezcan la trayectoria académica del estudiante, y que le permitan concluir los créditos del PE en el tiempo establecido, considerando que debe cubrir los 92 créditos en dos años con la flexibilidad de avanzar sin tener un número mayor de créditos por semestre.

### 7.1.5 Multimodalidad

El CEIB cuenta con la impartición de cursos basados en las LGAC que desarrolla cada investigador, de forma independiente o colegiada con Cuerpos Académicos, donde participan investigadores nacionales e internacionales en las áreas de la biotecnología, ofreciendo investigaciones de vanguardia, estos eventos pueden ser presenciales o virtuales. Los estudiantes tienen la oportunidad de presentar sus exámenes tutorales vía electrónica, cuando algún miembro de su comité tutorial se encuentra en otro estado o país, utilizando el programa de videoconferencias Polycom Realpresence (transmisión de audio, video y presentaciones), un equipo de videoconferencia (universidades, empresas), videollamada (skype, facebook, etc). La UAEM cuenta con la plataforma institucional <http://www.conricyt.mx/> que ofrece la oportunidad de ingresar y obtener información de artículos científicos de revistas indexadas y reconocidas internacionalmente. Además, se cuenta con la biblioteca central que proporciona servicio a profesores y estudiantes del posgrado, con más de 2500 libros especializados y revistas electrónicas (Ebsco Host). Las tecnologías de la información y comunicación son implementadas en el CEIB, lo que permite estar actualizado en el proceso enseñanza aprendizaje. Se realizan simposios y congresos de forma presencial, los cuales, también son transmitidos vía electrónica en colaboración con sistemas de redes de cómputo de la UAEM.

### 7.1.6 Movilidad

Dadas las colaboraciones académicas, el plan de estudios de la MB contempla la posibilidad de que los estudiantes realicen estancias cortas (de acuerdo al reglamento del CEIB) con grupos de investigación nacionales o internacionales que participan en colaboración. Para ello se puede acceder a los apoyos financieros obtenidos a partir de diversas instancias (PFCE, Becas Bancomer, Santander, Mixtas CONACyT, Redes Temáticas CONACyT, Cuerpos Académicos y proyectos individuales). Así mismo, la UAEM a través de la Secretaría Académica cuenta con la Dirección de Desarrollo Académico (DIDEAC) que coordina los Fondos para el Otorgamiento de Becas de Movilidad Estudiantil. La movilidad de estudiante debe ser avalada por el director de tesis e informada a la Comisión Académica de Seguimiento de la MB. Así mismo, la movilidad internacional deberá incluir un seguro de gastos



## Maestría en Biotecnología



médicos gestionado por el estudiante. Toda movilidad (estancias, congresos, salida a campo) deberá ser sustentada académicamente e incidir de manera directa en su proyecto de investigación. Al término de la movilidad se deberá presentar probatorios ante la Comisión Académica de Seguimiento. A la fecha se cuenta con diversas colaboraciones con organismos nacionales e internacionales, públicos y privados, donde los 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 se han logrado a través de tutorías conjuntas, entre los Profesores Investigadores de Tiempo Completo (PITCs) de la UAEM e investigadores nacionales e internacionales. Dentro de ellas se pueden mencionar a la Universidad Autónoma del Estado de Tlaxcala (UAET), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CiCy), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), FEZ Iztacala-UNAM, Centro de Investigaciones Biomédicas del Sur (CIBIS), Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) Campus Querétaro, Centro de Investigaciones Tropicales (Veracruz), Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria (Inifap), Instituto de Ecología, A.C. (INECOL) y la Universidad Tecnológica de la Selva (Chiapas). En cuanto a instituciones internacionales están la Universidad de Granada (España); el Centre of Nanoscience and Nanotechnology Sathyabama University, Tamil Nadu (India); la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, la Universidad de Barcelona y la Universidad de Leiden en los Países Bajos. Asimismo, hay colaboraciones con empresas privadas y organizaciones civiles como Ultraquimia (Jiutepec, Morelos). Actualmente se tiene un convenio con el Cuerpo Académico de Control Biológico con la Junta Local de Sanidad Vegetal de caña de azúcar y granos básicos (Zacatepec, Morelos).

### 7.1.7 Autonomía y autorregulación en la formación

El PIDE 2012-2018 de la UAEM, en sus retos estratégicos, señala que la universidad debe ofrecer posgrados innovadores, de calidad y con pertinencia social, mismos que respondan a las exigencias actuales. Este PE está orientado a la formación de investigadores de alto nivel en áreas multidisciplinares como es la Biotecnología. Este PE se sustenta principalmente por las LGAC que cultivan los CA del CEIB.



Los estudiantes deberán de tener principalmente: capacidad de razonamiento, comprensión, capacidad analítica, capacidad de síntesis, capacidad de observación, actitud de compromiso, motivación y responsabilidad en el trabajo, valores morales, éticos y compromiso social, respeto por el entorno social y por los recursos naturales.

El estudiante debe trabajar de forma asesorada y supervisada por un comité tutorial y el director de tesis, para la toma de cursos, movilidades (estancias nacionales e internacionales, congresos, simposios, conferencias, seminarios, talleres) y proyecto de tesis.

La MB promueve al estudiante del posgrado en su desarrollo a través de modalidades de aprendizaje, donde los estudiantes profundizan sus conocimientos, desarrollo de habilidades, como su capacidad de innovación para su incorporación en los desarrollos tecnológicos emergentes, lo que permitirá contar con expertos capaces de innovar y generar nuevos productos, diseños, procesos y servicios. Estos especialistas contarán con mejores herramientas para lograr ventajas competitivas en la economía, lo que permitirá alcanzar un desarrollo económico sustentable. Asimismo, es indispensable generar y transferir tecnologías propias sustentadas en el conocimiento de frontera con carácter competitivo e innovador en las áreas de incidencia de la MB.

### 7.1.8 Vinculación con los sectores sociales

La vinculación es un objetivo importante de este posgrado, los estudiantes se incorporan a actividades para realizar estancias académicas y de investigación y trabajo de campo.

El posgrado ha hecho énfasis en la vinculación con algunos sectores con el objetivo de llevar a cabo investigación y desarrollo tecnológico con las empresas que se tienen convenios.

A la fecha se cuenta con diversos convenios o colaboraciones con organismos nacionales e internacionales, públicos y privados, donde los PITC y estudiantes del posgrado de la MB pueden insertarse con sus trabajos de investigación. De manera particular, estas colaboraciones permiten tutorías conjuntas entre los mismos PITC del NAB y otros investigadores nacionales e internacionales. Los principales convenios entre CEIB-UAEM e Instituciones nacionales, por mencionar algunos ejemplos, fueron firmados con la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Autónoma



## Maestría en Biotecnología



Metropolitana (UAM), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), Instituto de Ecología, A.C. (INECOL), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Universidad Politécnica del Estado de Morelos (UPEMOR), Instituto Politécnico Nacional (IPN), Universidad Autónoma del Estado de Tlaxcala (UAET), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CiCy), FEZ Iztacala-UNAM, Centro de Investigaciones Biomédicas del Sur (CIBIS), Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) Campus Querétaro, Centro de Investigaciones Tropicales (Veracruz), Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria Morelos (Inifap) y Universidad Tecnológica de la Selva (Chiapas). En cuanto a instituciones internacionales se han establecido convenios con la Universidad de Granada (España), el Centre of Nanoscience and Nanotechnology Sathyabama University (India), la Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Barcelona, Srm University (India), Kafrelsheikh University (KSU) (Egypt), Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca (Colombia), Universidad de Concepción (Chile), UC-Riverside (EUA), Virginia Tech (EUA), Universidad Libre de Bruselas (Bélgica), University of Illinois (EUA), Brigham Young University (EUA), Stanford University (EUA), Universidad Sorbona (Francia), Leiden University (Holanda), Universidad de Sevilla (España) y Arkansas University (EUA), entre otros. Asimismo, hay colaboraciones con empresas privadas como Ultraquimia, ubicada en Civac, Jiutepec y un Convenio con el Cuerpo Académico de Control Biológico con la Junta Local de Sanidad Vegetal de caña de azúcar y granos básicos. Junta local de Morelos. Estas alternativas de vinculación consideran aperturas importantes en el currículum del estudiante de la MB ya que pretenden hacer posible que los estudiantes en formación puedan ir y venir entre el sector educativo y el sector laboral.





### 7.2 Ciclos de formación

De acuerdo con el Modelo Universitario, los ciclos de formación en el posgrado corresponden al enfoque del programa educativo, para el caso de la MB, ésta tiene una orientación de formación hacia la investigación; y el Modelo Universitario que sugiere dos ciclos: el básico y el especializado. En este plan de estudios los ciclos de formación se relacionan estrechamente con los ejes generales de formación: el ciclo básico corresponde al Eje Teórico y el especializado al Eje de Investigación.

La MB, por ser un posgrado en investigación, proporciona al estudiante una formación amplia y sólida en el campo de la biotecnología, buscando desarrollar en el estudiante las competencias y habilidades en este campo de conocimiento durante toda la Maestría a través de los cursos, tesis de investigación, seminarios y actividades académicas relacionadas con los Ejes Generales de la Formación. La Universidad del siglo XXI se caracteriza por el énfasis en la formación de posgrado en maestría, centrada en un adiestramiento metódico en investigación en un entorno interdisciplinario, cooperativo e internacional. En general, la formación en competencias transferibles ha de hacerse con un programa definido y organizado que incluya diversos tipos de actividades en forma de seminarios y conferencias, pero procurando su incidencia sobre la realización del trabajo de tesis. Los posgrados de maestría orientados a la investigación tienen como finalidad, proporcionar al estudiante una formación amplia y sólida en un campo de conocimiento con una alta capacidad crítica y creativa a través de investigaciones originales. Resulta importante reforzar el carácter interdisciplinar de esta formación en competencias transferibles, fomentando el contacto entre distintas disciplinas, la creatividad y la innovación (Marco de referencia para la evaluación y seguimiento de programas de posgrados escolarizados, 2015). El PE de la MB está conformado por dos ejes formativos: el Eje Teórico y el Eje de Investigación.

### 7.3 Ejes generales de la formación

La orientación de la MB 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



## Maestría en Biotecnología



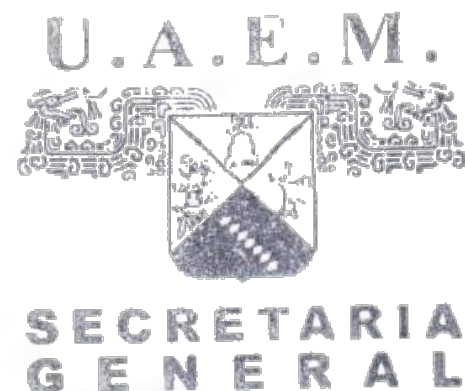
capacidad para desarrollar un proyecto de investigación individual mediante un trabajo experimental de tesis.

El PE de la MB está constituido por dos ejes de formación: teórico y de Investigación, que complementan la formación del estudiante.

**Eje teórico.** Consiste en la adquisición de conocimientos básicos que permitan plantear y sustentar el proyecto de investigación; adquiriendo, además, conocimiento de frontera. El eje se conforma por 2 unidades de aprendizaje básicas y 2 tópicos selectos equivalentes a 36 créditos.

**Eje de investigación.** Consiste en el desarrollo de un proyecto de investigación que genere conocimiento original y su divulgación, ya sea a través de artículos científicos o reuniones académicas, o ambas. Este eje se conforma por 4 seminarios, cuyo objetivo es el de iniciar a los estudiantes en la reflexión y discusión académica colegiada y 4 trabajos experimentales (exámenes tutorales), que involucran el desarrollo de una tesis. Este equivalente a 56 créditos.

El programa está estructurado para cursarse en cuatro semestres. Finaliza con el escrito de una tesis y su defensa oral ante un jurado *ad hoc* para la obtención del grado académico.



### 7.4 Tutorías

El director de tesis, avalado por la Comisión Académica de Seguimiento, es el responsable de orientar y supervisar el proceso de investigación que desarrolla el estudiante.

El sistema de tutorías brinda un seguimiento cercano del estudiante con el fin de mantener un alto nivel de formación académica y garantizar la eficiencia terminal. Dicho sistema consiste en un director de trabajo de tesis, PITC del núcleo de profesores de la MB, quien supervisará el desempeño académico del estudiante y un comité tutorial conformado por cinco investigadores, de los cuales al menos tres deberán pertenecer al CEIB y un máximo de dos podrán ser profesores externos, quienes evalúan y dan seguimiento al trabajo y trayectoria experimental mediante exámenes presenciales llamados tutorales. En casos especiales, un estudiante podrá tener un co-director de tesis, previo análisis y autorización de la Comisión Académica de Seguimiento. El director y en su caso el co-director de tesis, formarán parte de este comité tutorial.

### 7.5 Líneas de Generación y/o Aplicación del Conocimiento

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

- **Biología Aplicada al Ambiente.** Estudios acerca de la utilización de sistemas vivos y sus productos para la evaluación, prevención y atenuación de problemas ambientales y su impacto en la salud del ecosistema. Asimismo, el diseño y desarrollo de bioprocesos eficientes para la producción de moléculas de interés biotecnológico.
- **Biología Agropecuaria.** Incluye el desarrollo de estrategias relacionadas con el control biológico de plagas a partir de microorganismos y metabolitos con actividad biológica e interacciones bióticas. De igual manera, el uso de microorganismos promotores del crecimiento y plantas modelo para el estudio de genes con potencial en la agricultura.
- **Biología de Productos en el Sector Salud.** Involucra el estudio de genes, proteínas y moléculas de interés en los ámbitos de salud con potencial terapéutico o en métodos de diagnóstico, para lograr su producción a través de un desarrollo biotecnológico.

## 8.MAPA CURRICULAR

El mapa curricular presenta el tipo y número de unidades de aprendizaje con sus horas y créditos correspondientes (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Mapa Curricular

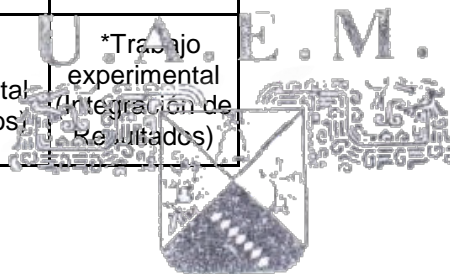
Eje Formativo	Tipo de Unidades de Aprendizaje	H/T/S	H/P/S	Créditos
Teórico	Básico	6	0	12
	Básico	6	0	12
	Tópico selecto	3	0	6
	Tópico selecto	3	0	6
Investigación	Trabajo experimental (Proyecto de Investigación)	0	12	12
	Trabajo experimental (Resultados Preliminares)	0	12	12
	Trabajo experimental (Resultados)	0	12	12
	Trabajo experimental (Integración de Resultados)	0	12	12
	Seminario	1	0	2
	Seminario	1	0	2
	Seminario	1	0	2
	Seminario	1	0	2
TOTAL		22	48	92

### 8.1 Ejemplo de trayectoria de un estudiante

A continuación, se esquematiza la programación ideal por semestre, de las actividades que se llevarán a cabo a lo largo de la MB, tomando como ejemplo las 3 LGAC que sustentan el programa (Cuadro 5):

**Cuadro 5.** Ejemplo de la Trayectoria Escolar de un Estudiante.

Ejes Formativos	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4
Teórico	Básico: Bioquímica	-	-	-
	Básico: Bioestadística	-	-	-
	<b>LGAC: BIOTECNOLOGÍA AGROPECUARIA</b>			
	-	• Tópico selecto: Control Microbiano	• Tópico selecto: Ecología Química de Plantas	-
	<b>LGAC: BIOTECNOLOGÍA APLICADA AL AMBIENTE</b>			
	-	• Tópico selecto: Ecotoxicología Genética	• Tópico selecto: Biotecnología y Toxicología Ambiental	-
	<b>LGAC: BIOTECNOLOGÍA DE PRODUCTOS EN EL SECTOR SALUD</b>			
Investigación	£Seminarío	£Seminarío	£Seminarío	£*Seminarío
	Trabajo experimental (Proyecto de Investigación)	Trabajo experimental (Resultados Preliminares)	Trabajo experimental (Resultados)	*Trabajo experimental (Integración de Resultados)





## Maestría en Biotecnología



Ejes Formativos	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4
<p>£ Análisis y discusión de artículos relacionados a su proyecto de investigación.</p> <p>* Con el aval del comité tutorial, el estudiante podrá concluir los créditos en el transcurso del 4o. semestre y solicitar los trámites de certificado de estudios.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Con el aval del comité tutorial, el estudiante podrá cursar los tópicos selectos en otras dependencias de la UAEM o en otras Instituciones nacionales o internacionales.</li></ul>				

### 9. MEDIACIÓN FORMATIVA

En el Modelo Universitario (2010) se asume la mediación formativa “como el conjunto de estrategias y acciones orientadas a preparar las condiciones (recursos, medios, información, situaciones, entre otras) que hacen posible la intervención más conveniente a lo largo de la formación para favorecer el aprendizaje, la adquisición de saberes y competencias y concretar el proceso formativo del estudiante”. La MB lleva a cabo estrategias de carácter multidisciplinario estructurado en un eje de investigación, orientando el proceso y desarrollo de los actores involucrados. Las estrategias y acciones integran los principios y metodologías innovadoras en la enseñanza y se emplean modalidades didácticas que fomentan la integración y construcción de conocimientos, solución de problemas y aprendizaje independiente en los programas de estudio. La mediación formativa está basada en la tutoría individualizada de cada estudiante del programa a través del comité tutorial, dado que el programa educativo mantiene un enfoque hacia la investigación.

El papel del docente en el programa de la MB es de desempeñar el rol de experto, asesor, investigador, colaborador y tutor en el acompañamiento académico durante la trayectoria del estudiante, con la finalidad de cumplir con los propósitos del PE. Se fundamenta en las exigencias expuestas dentro del Modelo Universitario (MU), haciéndose partícipe de un proceso formativo estratégico, integral y adecuado al contexto. Se orienta básicamente en la investigación. El estudiante tiene un rol activo, ya que toma sus propias decisiones en cuanto a su formación. A través de la flexibilidad del programa educativo tiene la posibilidad de trazar su propia trayectoria académica en el eje de investigación, de acuerdo al desarrollo de su proyecto de tesis. La mediación formativa gira en torno al proceso que sigue el estudiante para el desarrollo de su proyecto de investigación hasta la conclusión de esta. La mediación formativa en el PE de la MB se basa, de manera fundamental, en un sistema tutorial para dar seguimiento al trabajo de tesis del estudiante, así como en la impartición de unidades de aprendizaje, básica y tópicos selectos, donde el alumno recibe la información en clases teóricas. El desarrollo y aplicación de la tutoría es fundamental debido a la flexibilidad del programa. El tutor, además de su papel en el seguimiento del trabajo experimental, es interlocutor, acompañante y guía. En el cuadro 6, se muestran las estrategias que se aplican para la enseñanza en este programa educativo.

**Cuadro 6.** 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.
Discusión y análisis de estrategias de investigación en su área de estudio.	Buscar bibliografía, elaborar hipótesis de trabajo, diseñar metodologías para verificarlas o refutarlas, analizar los datos obtenidos, estructurar conclusiones, fundamentarlas y elaborar el reporte final.



## 10. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

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

La evaluación del aprendizaje de los estudiantes, ocurre:

1. A través de exámenes escritos donde se incluyen los conceptos de las unidades de aprendizaje básicas y tópicos selectos. Se buscará que los exámenes escritos involucren también preguntas para problemas especiales basados en los conceptos aprendidos, y donde los estudiantes discutan 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 (tópicos selectos), en las que los estudiantes tienen que involucrarse leyendo críticamente el material bibliográfico propuesto y analizando nuevas posibilidades de desarrollo de la temática expuesta. Es común también que, para los tópicos selectos, se solicite a los estudiantes 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 (RGEP).

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 trabajos experimentales semestrales para supervisar los avances en las investigaciones que realizan los estudiantes de posgrado. Los estudiantes 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

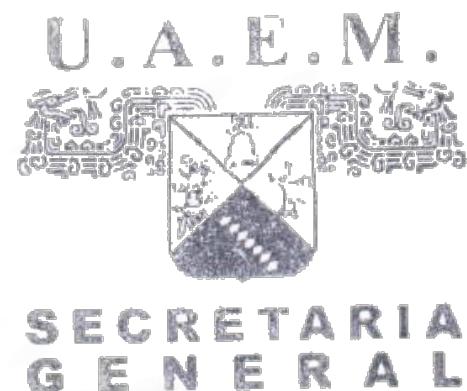


## Maestría en Biotecnología



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, y cuándo realizar modificaciones pertinentes a objetivos particularmente difíciles de conseguir en tiempo.

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.



### 11. UNIDADES DE APRENDIZAJE

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

**Básicos:** Son aquellas unidades de aprendizaje que proporcionan la formación básica en el área de la Biotecnología. Estas unidades son las siguientes: Biología Molecular, Bioquímica, Bioingeniería, Bioestadística, Biotecnología Vegetal y Microbiología. El estudiante, de común acuerdo con su tutor, elige de estas seis, las dos unidades básicas que cursará.

**Tópicos selectos:** Son aquellas unidades de aprendizaje seleccionadas para fortalecer la formación del estudiante, específicamente en el área de incidencia de su proyecto de tesis. Los tópicos selectos a ofertar serán en áreas relacionadas con las LGAC del PE. El comité tutorial recomendará, de acuerdo a las necesidades particulares del estudiante los dos tópicos selectos a cursar. Se podrán cursar en otras instituciones nacionales o internacionales y deberán tener una duración de al menos 54 horas. Las unidades de aprendizaje básicas podrán ser seleccionadas como tópicos selectos.

**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 semestralmente, junto con un reporte escrito que deberá ser entregado al comité tutorial al menos 10 días antes de su presentación. El escrito debe de contemplar los avances correspondientes al semestre que esté cursando el alumno. La presentación del trabajo experimental se realiza ante un comité tutorial integrado *ex profeso* para su evaluación.

**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 estudiante 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.

### Cuadro 7. Listado de Unidades de Aprendizaje

BÁSICOS					
Biología molecular	Bioingeniería	Bioestadística	Bioquímica	Biotecnología vegetal	Microbiología

*TÓPICOS SELECTOS		
LGAC		
1. BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL	2. BIOTECNOLOGÍA AGROPECUARIA	3. BIOTECNOLOGÍA DE PRODUCTOS EN EL SECTOR SALUD
Biotecnología y toxicología ambiental	Control microbiano	Métodos espectroscópicos de resonancia magnética nuclear y metabolómica
Ecotoxicología genética	Ecología química de plantas	Biotecnología vegetal
Fisiología de Los Microorganismos Extremófilos	Mecanismo de acción y estructuras de venenos y toxinas animales	Comunicación Celular
Relación estructura- función de proteínas		
Bioinformática en el sistema UNIX para análisis genómicos		

\*La oferta de tópicos selectos es abierta se puede modificar e incrementar de acuerdo a las necesidades académicas de los estudiantes del programa. Pueden ser cursados en otras dependencias de la UAEM o en otras IES nacionales o internacionales.



## Maestría en Biotecnología



### 12. REQUISITOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO

#### 12.1 Mecanismos de ingreso

La MB ofrece dos ingresos por año: en febrero y septiembre. El mecanismo de ingreso inicia con la convocatoria publicada en diferentes medios de difusión: díptico, en radio UAEM, prensa, en la página de internet del CEIB, y por redes sociales. La publicación de las convocatorias se emite en los meses de marzo y de septiembre de cada año. En ella se especifican las fechas para los exámenes de admisión y el periodo de recepción de la documentación que debe entregar el aspirante, acorde a los requisitos de ingreso establecidos en el PE. Además, se mencionan el perfil y los requisitos de ingreso, las LGAC, y las características de la MB. La recepción de documentos se realiza en la oficina de la coordinación de la MB, con un horario de 9:00 a 16:00 h. durante tres meses posterior a la publicación de la convocatoria. El proceso de selección de aspirantes tiene una duración de dos semanas, posteriores a la fecha límite de recepción de documentos. En la primera semana se lleva a cabo el curso propedéutico, con duración de una semana, en un horario de 9:00 a 13:00 y de 15:00 a 19:00 h. El curso consiste en revisar, de una manera sucinta, los conceptos básicos en Bioquímica, Biología Celular, Microbiología, Bioestadística y Biología Molecular. El curso propedéutico es una guía de estudio del contenido del examen de conocimientos. La segunda semana se realizan los exámenes: psicométrico y de conocimientos, respectivamente. Los exámenes que se aplican a los aspirantes están dirigidos a evaluar sus conocimientos básicos, comprensión y análisis de textos científicos en áreas de la biotecnología (examen de conocimientos), así como sus habilidades, actitudes y valores (examen psicométrico) que se señalan en el perfil de ingreso. Dos días después de los exámenes, el comité de admisión realiza una entrevista personal con el aspirante, la cual está enfocada en explorar su interés, motivación y compromiso.

La calificación final del aspirante comprende los resultados de las evaluaciones de los exámenes psicométrico y de conocimientos y la entrevista. Se ponderan de la siguiente manera:



Rubros	%
Examen Psicométrico	35
Examen de Conocimientos	35
Entrevista	30

Para ser aceptados al PE de la MB los aspirantes deben obtener una calificación final igual o mayor de 8. Una semana posterior a la evaluación, se le notifica al aspirante del resultado a través de correo electrónico personalizado.

### 12.2 Requisito de ingreso

Presentar la siguiente documentación:

- Certificado de estudios de licenciatura que 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.
- Título profesional y/o Acta de examen profesional. En el caso de no contar con el título profesional, constancias de gestión de dicho documento.
- El estudiante debe presentar constancia de comprensión de lectura del idioma inglés emitida por el CELE-UAEM, con una vigencia no mayor a dos años.
- Solicitud de admisión (debidamente llenada), proporcionada en la oficina de la unidad académica.
- Copia del acta de nacimiento.
- Fotografías tamaño infantil.
- Copia de CURP.
- Copia de la identificación con fotografía y firma del solicitante (Pasaporte o INE).
- Comprobante de domicilio.
- Copia del comprobante de pago.
- Currículum Vitae (con copia de documentos probatorios).
- Carta de exposición de motivos y el compromiso de dedicación de tiempo completo a los estudios de posgrado (ver carta compromiso CONACyT).
- Dos cartas de recomendación (académicas).

- Presentar y aprobar el examen de conocimientos en Bioquímica, Biología Celular, Biología Molecular, Bioestadística y Microbiología, así como la lectura y el análisis de un texto científico. Seguir la guía de estudios que se publica en la convocatoria de ingreso.
- Presentar el examen psicométrico.
- Entrevista con el Comité de admisión de aspirantes.
- Demostrar conocimiento suficiente del idioma español, cuando no sea la lengua materna del aspirante.

Los resultados serán notificados a través de correo electrónico personalizado (3ra semana de junio y 2da semana de diciembre).

### 12.3 Requisitos de permanencia

1. Estar al corriente con los pagos de inscripción y reinscripción en cada período.
2. Obtener un promedio global mayor o igual a 8 y no acumular dos calificaciones reprobatorias en el transcurso del PE de la MB. En caso de una calificación reprobatoria el estudiante deberá regularizarse.
3. En los seminarios y trabajo experimental no existe acreditación mediante exámenes extraordinarios ni a título de suficiencia.

### 12.4. Requisitos de egreso

1. Cubrir los créditos establecidos en el PE.
2. Realizar un trabajo de investigación original.
3. Cubrir los trámites administrativos establecidos por la UAEM (pagos de certificado de estudio y examen de grado, constancias de no adeudo en biblioteca y contabilidad).
4. Presentar en forma oral y escrita los resultados de su trabajo de tesis y obtener una calificación aprobatoria del Jurado.
5. Presentar constancia de examen de inglés equiparable al TOEFL que realizará y avalará el CELE-UAEM.

### 12.5 Causas de baja

Los estudiantes causarán baja semestral o definitiva de acuerdo con los lineamientos del Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM. Por incumplimiento de las actividades académicas contempladas en este Plan



## Maestría en Biotecnología



de Estudios. Además, son motivos de baja definitiva: 1. Cuando el estudiante incurra en faltas que dañen la integridad física, ética o profesional de la comunidad universitaria. 2. Cuando de manera deliberada afecten la infraestructura física del CEIB. 3. Cuando se violen las disposiciones establecidas en la legislación universitaria. 4. Por deserción del programa debido a diferentes motivos (inasistencias no justificadas por más de tres semanas).







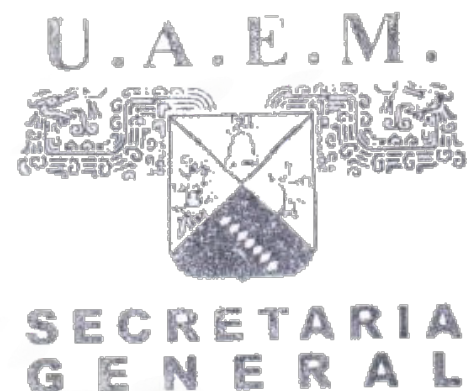
## Maestría en Biotecnología



### 13. TRANSICIÓN CURRICULAR

La reestructuración 2018 del plan de estudios de la MB, no contempla transición curricular. Los estudiantes que ingresaron con el plan 2016 terminarán con éste, debido a lo siguiente:

1. Se mantiene el número de unidades de aprendizaje básicas y optativas.
2. Los contenidos temáticos de las unidades de aprendizaje básicos son similares pero actualizados.
3. No existe seriación entre las diferentes unidades de aprendizaje.
4. Se conserva el mismo número de créditos.



### 14. CONDICIONES PARA LA GESTIÓN Y OPERACIÓN

De acuerdo con criterios nacionales e internacionales para asegurar la viabilidad de PE de posgrado, éste debe estar sustentado por los siguientes aspectos:

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

#### 14.1. Recursos humanos

##### 14.1.1 Planta académica de la Maestría en Biotecnología (MB)

Profesores del Núcleo Académico Básico (NAB): son los Profesores-Investigadores de tiempo completo (PITC) adscritos al Centro de Investigación en Biotecnología, directamente involucrados en la formación de recursos humanos de este posgrado como directores de tesis. Los PITC cuentan con un perfil de acuerdo a los indicadores establecidos por el CONACYT para un PNPC. La MB tiene una planta académica habilitada conformada por 23 PITC, todos con perfil PRODEP, el 86.9% pertenecientes al SNI, nivel candidato, I, II y III (cuadro 1, anexo II). Estos profesores publican en revistas indizadas de áreas afines a las LGAC de la MB. Además, gestionan proyectos con financiamiento por Instancias Públicas Nacionales (CONACYT, PFCE, PROFOSIE). Los PITC cuentan con convenios de colaboración con organismos nacionales e internacionales, públicos y privados, donde los estudiantes pueden insertarse con sus trabajos de investigación. Las colaboraciones nacionales e internacionales de los PITC fortalecen la formación de los estudiantes de la MB ya que se generan tutorías conjuntas entre los mismos y otros investigadores nacionales con SNI, (nivel I, II y III), así como investigadores internacionales. Estas colaboraciones han permitido a los estudiantes la publicación de artículos científicos, que ha permitido contribuir en la generación de conocimientos y/o a la innovación científica en sus LGAC al que pertenece el PITC.

Los profesores y estudiantes deben conducirse con respeto y probidad con los miembros de la comunidad universitaria y abstenerse de realizar

U.A.E.M.



SECRETARIA  
GENERAL



## Maestría en Biotecnología



cualquier acto que implique discriminación en perjuicio de cualquier miembro de la comunidad universitaria. Todos los profesores pertenecientes al núcleo básico de la MB deben fungir como director o co-director de al menos un estudiante y participar en al menos un comité tutorial para justificar su permanencia.

### 14.1.2 Perfil de Profesores del NAB

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

Que cuenten como mínimo con el grado correspondiente al nivel que otorga el programa.

Experiencia en la formación de recursos humanos.

Reconocimiento del Perfil Deseable (PRODEP).

Tener la capacidad para formular propuestas de investigación y someterlas a evaluación para obtener financiamiento.

De preferencia ser miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

Los profesores deben estar realizando investigación experimental.



### 14.1.3 Cuerpos académicos participantes en la MB

Específicamente en el Centro de Investigación en Biotecnología, los PITCs están organizados en seis Cuerpos Académicos (CA), todos ellos en grado de Consolidado; adscritos a la DES de CN los cuales se encuentran registrados ante PRODEP-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.



## Maestría en Biotecnología



- **Entomología y Fitopatología:** Tiene como objetivo desarrollar LGAC 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, Control Biológico y Fisiología Molecular de Plantas del CEIB.
- **Bioprospección:** La búsqueda sistemática de organismos como nuevas fuentes de genes, proteínas y otros productos incluyendo además procesos y métodos con valor económico para beneficio del ser humano en el sector industrial, farmacéutico y alimentario.
- **Microbiología de plantas y microorganismos:** La búsqueda sistemática de organismos como nuevas fuentes de genes, proteínas y otros productos incluyendo además procesos y métodos con valor económico para beneficio del ser humano en el sector industrial, farmacéutico y alimentario



### 14.1.4 Profesores de tiempo parcial externos

En el programa de posgrado también pueden participar Profesores externos, mismos que forman parte de comités tutorales y de co-direcciones de los trabajos de tesis. Para su participación en co-direcciones, es necesario que un Profesor del NAB participe como director de tesis.

### 14.1.5 Profesores Externos

Son aquellos que pertenecen a otras DES de la UAEM o a otras IES, con el perfil pertinente y que respondan a los indicadores establecidos por el CONACYT para un PNPC. Debe pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores, nivel 2 o 3 de preferencia. Para su participación en co-asesorías, es necesario que un Profesor del NAB participe como asesor principal.

### 14.2 Recursos financieros

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 de la MB, los cuales son financiados por la gestión de los PITC. La UAEM ha realizado diversas negociaciones para lograr convenios de colaboración y vinculación con el sector productivo. Por tal motivo se están formulando propuestas que permitan incrementar la presencia de los profesores del núcleo académico básico en el entorno productivo de la universidad. La mayoría de los proyectos concursados por profesores del núcleo académico básico atienden diversas demandas del sector productivo o el gubernamental, y obtienen fondos de diversas fuentes (CONACyT: fondos de investigación básica, fondos sectoriales, fondos mixtos, y las empresas: Ultraquímica Mexicana y El Vergel de Occidente, por señalar algunos). A efecto de disponer de instrumentos de vinculación al sector productivo, la UAEM ha iniciado las acciones necesarias para poder implementarlos en el corto y mediano plazo. Actualmente, el monto de los proyectos del CEIB con financiamiento interno y externo, es de \$43,781,787.69. La movilidad de los estudiantes se financia a través de programas extraordinarios como son PFCE y CONACyT, entre otros. Los recursos de la institución para apoyar al PE se canalizan operando la

infraestructura, los salarios de los PITC, servicios, movilidad de estudiantes y compra de reactivos.

### 14.2.1 Infraestructura

A partir del 2017, el CEIB cuenta con un nuevo edificio de laboratorios que se ubica en el campus Chamilpa de la UAEM. De manera general, el edificio consta de 6 niveles, cuenta con dos elevadores, una escalera principal central y dos escaleras de salida de emergencia exterior en todos los niveles, videovigilancia con 75 cámaras, áreas de ducto hidráulico, planta tratadora de aguas, dos cisternas, un invernadero, cuarto de comunicaciones, alarmas de emergencia y un estacionamiento. A continuación, se detallan las áreas que comprende el edificio del CEIB:

1. Nivel Sótano.- Cuenta con espacios de uso común para todos los laboratorios (cuartos de cultivo vegetal, área de campanas, cuarto de máquina de hielo y destiladores, cuarto frío, áreas de cromatografía), un auditorio (adaptado para convertirse en 2 salas o aulas), 4 sanitarios (dos para hombres y dos para mujeres) y uno destinada para personas con capacidades diferentes, vestíbulo principal, área de intendencia, cuarto de máquinas, área de videovigilancia, área de recepción y vigilancia, 2 bodegas, y salidas de emergencia.

2. Nivel Planta Baja.- Consta de 4 laboratorios de investigación, un cuarto de citotoxicidad, una sala de juntas, 4 oficinas de servicios escolares enfocados en atender los posgrados del CEIB, 4 sanitarios (dos para hombres y dos para mujeres) y uno destinada para personas con capacidades diferentes y vestíbulo principal.

3. Primer Nivel.- En esta zona se incluyen 4 laboratorios de investigación, una sala de juntas, 4 oficinas para PITC, dos bodegas de almacenamiento de reactivos, 4 sanitarios (dos para hombres y dos para mujeres) y uno destinada para personas con capacidades diferentes y vestíbulo principal.

4. Segundo Nivel.- Comprende 4 laboratorios de investigación, uno de ellos laboratorio de microscopía de uso común, un cuarto de aclimatación, un cuarto de cría de insectos, una sala de juntas, 4 oficinas para PITC, 4 sanitarios (dos para hombres y dos para mujeres) y uno destinada para personas con capacidades diferentes y vestíbulo principal.

5. Tercer Nivel.- Alberga la oficina de la dirección del CEIB, un área administrativa, dos salas para fines académicos, una sala de juntas, 17 oficinas para PITC, área de archivo muerto, área de cómputo, 4 sanitarios (dos para hombres y dos para mujeres) y uno destinada para personas con capacidades diferentes y una bodega.

6. Nivel azotea.- Se ubican en este nivel 4 cubículos para PITC, la inclusión de elementos de uso general o múltiple para las actividades académicas, en el que se integran también zonas de esparcimiento cultural y recreativo y comedores para estudiantes y trabajadores.

La construcción del edificio es a base de estructura metálica (columnas, vigas, entrepisos y cubiertas), acabado perimetral de placas de concreto polimérico y cristal templado, muros divisorios a base de tabla-roca y block hueco de concreto, pisos de loseta cerámica, aplanados de pasta y mezcla de cemento-arena, con servicios de aire acondicionado, contra incendio y detección, contactos normales y regulados, voz y datos, CCTV, alarmas e intrusión, control de acceso.

El CEIB cuenta con las aulas para atender a la matrícula de la MB alcanzada hasta la generación septiembre 2018. En particular se cuenta con un auditorio para atender de 100 a 120 estudiantes, 8 áreas de estudio con capacidad para 15 o más estudiantes. Estas áreas están equipadas con aire acondicionado, iluminación, pantalla de plasma, pizarrones y pantalla electrónica. En referencia a espacios, equipos y servicios, se cuenta con la infraestructura para las actividades de investigación: un auditorio general para más de 120 personas, donde se realizan conferencias magistrales o congresos, como el de los estudiantes de la MB. Además, se cuenta con bodegas de almacenamiento para material y equipo de prácticas de campo, espacios para el trabajo administrativo y de atención a los estudiantes, 12 laboratorios de investigación. Se cuenta con áreas comunes: laboratorio de microscopía, área microbiología, área de cultivo de citotoxicidad, 2 cuartos de cromatografía, cuarto frío, cuarto húmedo, cuarto de campanas y agitadores orbitales, cuarto de reactores, cuarto de incubación de cultivos vegetales, cuarto de cultivos de células animales, cuarto de máquina de hielo y destiladores, 2 almacenes, cuarto de campanas, cuarto de incubadoras y autoclaves, cuarto para el crecimiento de plantas, insectario y archivo.

Todas estas áreas cuentan con medidas de bioseguridad y seguridad de acuerdo a las NOM'S. La infraestructura física es una de las fortalezas relevantes del programa de la MB. Considerando este potencial en infraestructura para la docencia y la investigación, la institución ha hecho el



compromiso en el plan de desarrollo de la MB de dotar con espacios comunes adecuados para las funciones ya señaladas, una vez considerado el crecimiento en el mediano y largo plazo como ya antes se ha mencionado. La mayoría de los proyectos de investigación contemplan los materiales y suministros necesarios para el buen desarrollo del PE; además, la institución financia estos rubros cuando el programa así lo solicite. La mayor parte de la infraestructura disponible de laboratorios se enfoca a las actividades de investigación, una vez que los estudiantes inician sus seminarios, estos laboratorios son un importante apoyo en su formación. Cabe resaltar que con las nuevas instalaciones del CEIB, se cuenta con mayores espacios en condiciones óptimas para desarrollar las actividades de la MB.

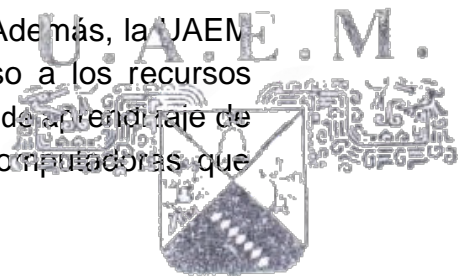
### 14.2.2 Recursos materiales

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

2 cromatógrafos de gases, 4 HPLCs equipados con diferentes detectores (fluorescencia, Infrarroja, UV, arreglo de diodos), un cromatógrafo de gases acoplado a espectrómetro de masas, un espectrofotómetro de absorción atómica, 1 espectrofotómetro de UV y luz visible, microscopios estereoscópicos, microscopios compuestos, liofilizadoras, fermentadores de diferentes volúmenes y tipos, termocicladores, ultracentrífugas, centrífugas, ultracongeladores, incubadores de ambiente controlado, estufas incubadoras, campanas extractoras, campanas de flujo laminar, refrigeradores, congeladores, rotaevaporadores, estufas de secado, desionizadores de agua, camac, autoclaves, por mencionar los más importantes.

Tiene, además, 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 fotocopiadoras.

El CEIB también ha logrado mantener una sala de estudios que proporciona el servicio a profesores y estudiantes del Posgrado. A la fecha se cuenta con más de 2500 libros del área de Biotecnología. Además, la JAEM tiene más de treinta convenios interbibliotecarios y acceso a los recursos electrónicos del CONRICyT. 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.

### 14.3 Estrategias de desarrollo

El financiamiento para la operación del posgrado proviene de diferentes fuentes. El trabajo experimental de cada estudiante, es financiado por los 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, PFCE y de algunas empresas privadas.

Para lograr un desarrollo significativo del PE, es necesario llevar a cabo acciones que aseguren y consoliden su calidad. Para ello, se proponen las siguientes estrategias de desarrollo:

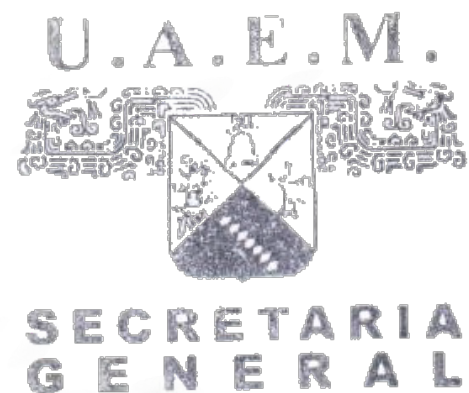
1. Mantener el perfil deseable reconocido por PRODEP de todos los PITC adscritos al PE.
2. Incentivar y lograr el ingreso de todos los profesores asociados del PE al Sistema Nacional de Investigadores.
3. Procurar la permanencia de los profesores del núcleo básico del PE en el Sistema Nacional de Investigadores.
4. Promover el intercambio académico de los PITC pertenecientes a este programa, a través de convenios de colaboración con grupos de reconocido prestigio de IES nacionales e internacionales.
5. Promover estancias de investigación de los PITC pertenecientes a este PE con Cuerpos Académicos consolidados de otras IES, y con grupos de reconocido prestigio en el campo de la Biotecnología a nivel internacional.
6. Someter proyectos de investigación a agencias financieras para la obtención de recursos.
7. Fortalecer la infraestructura del CEIB.
8. Establecer convenios con otras instituciones que nos permitan acceder a un número mayor de revistas internacionales.
9. Promover la participación de todos los PITC en PE de licenciatura y maestría para elevar la calidad educativa de los estudiantes.
10. Promover el PE de la MB en otras IES nacionales mediante el uso de medios electrónicos, impresos, exposiciones en ferias de posgrado, etc.
11. Asegurar la graduación en tiempo y forma de los estudiantes del PE de la MB, mediante el seguimiento continuo de su trayectoria.



## Maestría en Biotecnología



12. Establecer y operar un programa de seguimiento del egresado que permita la retroalimentación y medición del impacto de este PE en la sociedad.



## 15. SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR

La Comisión Académica coordinará la evaluación Curricular y actualización de los contenidos temáticos de los cursos básicos y tópicos selectos. Esta evaluación se lleva a cabo trianualmente en conjunto con la comunidad académica del posgrado para dar cumplimiento al Reglamento General de Estudios de Posgrado.

### 15.1 Lineamientos Generales

El propósito es evaluar la estructura y operatividad del plan de estudios de la MB para detectar sus fortalezas y debilidades, y así llevar a cabo las acciones pertinentes. Las metas de la evaluación curricular son:

- a. Contar con información relevante sobre los logros y dificultades en el tránsito de los estudiantes a través del plan de estudios por medio de entrevistas de seguimiento semestral.
- b. Proponer alternativas para la mejora del PE de la MB.
- c. Contar con los resultados de la evaluación curricular para garantizar el constante perfeccionamiento de los procesos de formación de recursos humanos de alta calidad.

### 15.2. Criterios de Evaluación Curricular del PE de la MB

Componentes del *Curriculum* sujetos al proceso de evaluación:

1. Perfiles de la Maestría. Los perfiles deben estar sujetos a evaluación y reajustes en forma periódica.
  - 1.1. Formulación del perfil: claridad, precisión y concisión
  - 1.2. Si el perfil responde a los avances de la ciencia y demandas de la sociedad actual y del futuro.
  - 1.3. Análisis de la relación entre el perfil y la formación académica de los egresados en el contexto científico social.
  - 1.4. Relación del perfil y el mapa curricular con los avances de la ciencia en las áreas del conocimiento.
  - 1.5. Si los perfiles propuestos responden a la necesidad de la realidad nacional actual y la sociedad contemporánea.
2. Estructura del Curriculum

2.1. Estructura básica del Curriculum: especificaciones en términos porcentuales:

• Eje formativo 40% • Eje de investigación 60 %.

2.2. Los planes de estudio • Pre – requisitos • Créditos (peso académico por número de créditos).

3. Sistemas de evaluación utilizados en la aplicación del Curriculum.

3.1. Evaluación de la ejecución curricular.

3.2. La evaluación de la enseñanza aprendizaje.

4. Materiales disponibles. Laboratorios, unidades de cómputo, unidad de microscopía, unidad de cromatografía de líquidos, unidad de cromatografía de gases-masas, unidades de biorreactores, unidad de enfriamiento, unidades de cultivos vegetales, unidades de destilación de agua, unidad de cultivo de células de cáncer, entre otras. Salones de clases, salas de seminario, materiales bibliográficos.

5. Docentes. Se cuenta con el personal docente idóneo para la aplicación eficiente del plan de estudios, en relación con las siguientes condiciones:

5.1. Grados académicos.

5.2. Publicaciones.

5.3. Evaluación de los estudiantes.

6. Estudiantes

6.1. Formación previa.

6.2. Rendimientos académicos.

6.3. Grado de aproximación al perfil de ingreso. Se sugiere la reformulación de una propuesta del perfil de ingreso.

7. Movilidad de estudiantes y profesorado

7.1. Número de egresados.

7.2. Número de graduados.

7.3. Eficiencia terminal.

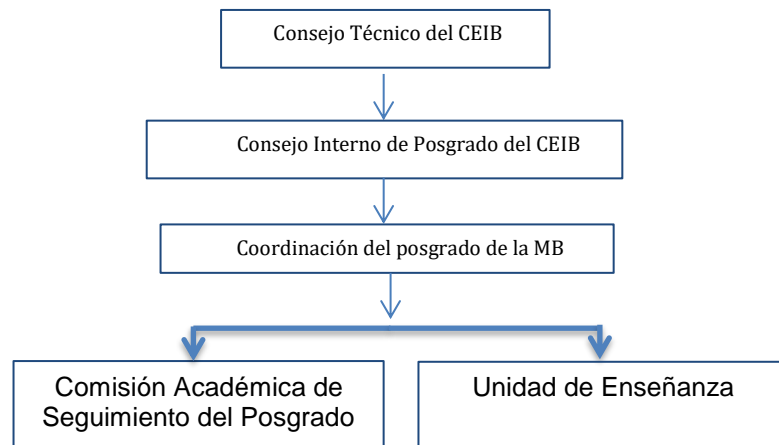
7.4. Tasa de graduación.

8. Graduación

### 15.3. Estructura de la organización operativa

En la figura 6, se observa el diagrama general de la organización operativa del posgrado. Este diagrama surge del Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM, en donde se indican las reglas básicas de operación.

El trabajo conjunto en el CEIB, asegura la viabilidad operativa del programa, debido a que se comparte la responsabilidad de la administración y gestión de manera conjunta los recursos para el posgrado. Por otro lado, el RGEP vigente establece que para la operación de los PE de Posgrado se debe integrar un Consejo Interno de Posgrado (CIP), el cual ha operado a partir de la aprobación del plan de estudios en 2009. El funcionamiento, obligaciones y atribuciones del CIP están normados en el RGEP.



**Figura 6.** Diagrama de organización operativa de la MB

A continuación, se describen las atribuciones de cada parte de esta estructura.

### 15.4 El Consejo Interno de Posgrado:

Órgano colegiado encargado de impulsar y desarrollar los programas de investigación y posgrado del CEIB. Está integrado como lo marca el mismo RGEP. 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 de 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 RGEP y sobre los merecimientos académicos de los profesores.

### 15.5 La Coordinación de Posgrado del PE de la MB

El coordinador del posgrado es el representante y responsable del PE de la MB ante las instancias administrativas, vigila todas las actividades académicas relacionadas con el programa de la MB. Esta designación recae en un profesor miembro de la Comisión Académica y a sugerencia de la misma; y es propuesto por el director del CIEB y avalada por el Rector de la UAEM, tal y como lo establece el RGEP de la UAEM.

### 15.6 La Comisión Académica de Seguimiento del PE de la MB

Está integrada por el coordinador de posgrado del PE, dos PITC del NAB, el director y secretaria académica del CEIB. La permanencia de los profesores dentro de esta comisión será de tres años, a partir de la fecha de su elección. Esta comisión será ratificada por el CIP y el director del CEIB. Las funciones de la comisión, además de las referidas en el RGEP, son las siguientes:

1. Vigilar el desempeño académico de todos los estudiantes de la MB 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. Vigilar de común acuerdo con el tutor principal que se programe la presentación oportuna de los tutorales.
4. Atender a peticiones de carácter académico de estudiante y profesores, y actuar como órgano de mediación entre las partes en caso de conflicto.
5. Hacer sugerencias de índole académico a estudiante y profesores del posgrado.
6. Atender casos académicos relacionados al posgrado que no estén contemplados en el Plan de Estudios o en el RGEP de la UAEM en cuyo caso la Comisión Académica de Seguimiento los analiza y presenta una propuesta de solución al Consejo Interno de Posgrado, quien es la instancia interna para su resolución final.
7. Realizar el seguimiento de las actividades profesionales de los egresados del Programa.
8. De común acuerdo con el tutor principal, nombrar al jurado revisor de tesis y de examen de grado, una vez que el estudiante da por



## Maestría en Biotecnología



terminados sus estudios. 9. En casos académicos relacionados con la maestría que no estén contemplados en el PE o en el RGEP de la UAEM, esta Comisión los analizará y presentará una propuesta de solución al Consejo Interno de Posgrado quien será la instancia interna para su resolución final.

### **15.7 La Coordinación Administrativa de los PE de posgrado de la MB**

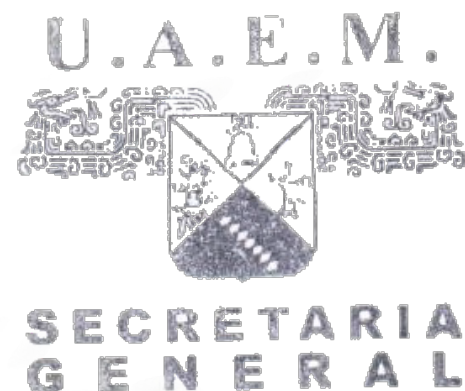
Es la responsable de apoyar a los estudiantes con los trámites administrativos de su posgrado. Esta coordinación es la responsable de trámites de registro, inscripción, colegiaturas, actas, informes generales del programa, horarios, trámites para la solicitud de certificados y para los exámenes de grado. La persona responsable de esta coordinación es propuesta por el Consejo Interno de Posgrado de la MB ante el Rector para su nombramiento final.

### **15.8 Procedimiento para la resolución de apelaciones**

Son remitidas a los órganos competentes de acuerdo al RGEP de la UAEM y la legislación pertinente.

### **15.9 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 de la MB, los cuales son financiados por la gestión los PTC. El financiamiento proviene de diferentes fuentes como del CONACYT-SEP, organizaciones financiadoras nacionales e internacionales y empresas como bancos Santander, Bancomer, ECOS. Asimismo, los programas institucionales como el FOMIX, PRODEP, PROFOCIE y FECES son una fuente importante de recursos que ha fortalecido la infraestructura de la MB.







## Maestría en Biotecnología



### Bibliografía

1. Plan Institucional de Desarrollo (PIDE) 2012-2018
2. [https://www.uaem.mx/organizacion-institucional/organo-informativo-universitario/menendez\\_samara\\_98.pdf](https://www.uaem.mx/organizacion-institucional/organo-informativo-universitario/menendez_samara_98.pdf)
3. Plan Nacional de Desarrollo (PIDE) 2013-2018
4. <https://www.oecd.org/mexico/45391108.pdf>
5. [https://elpais.com/elpais/2017/12/01/ciencia/1512157927\\_534452.html](https://elpais.com/elpais/2017/12/01/ciencia/1512157927_534452.html)
6. <http://www.promexico.gob.mx/documentos/diagnosticos-sectoriales/biotecnologia.pdf>
7. <https://www.uv.mx/iiesca/files/2016/11/11CA201601.pdf>
8. <http://www.gob.mx/promexico/acciones-y-programas/biotecnologia>.
9. <http://agrobioteg.org/la-industria-de-la-biotecnologia-en-mexico/>
10. <file:///G:/maestria%202018/presentacion-biotecnologia%202018.pdf>
11. <https://www.eleconomista.com.mx/arteseideas/Biotecnologia-alimentaria-produccion-e-impacto-20170606-0044.html>
12. [www.animalpolitico.com/2017/02/costos-de-la-degradacion-ambiental-en-mexico/](http://www.animalpolitico.com/2017/02/costos-de-la-degradacion-ambiental-en-mexico/)
13. (www.conacyt.gob.mx, 2018).





**Maestría en Biotecnología**



# ANEXOS



# ANEXO I

**Cuadro 1.** Programas de Maestrías en México registrados en el PNPC, con nivel consolidado, orientación de investigación, modalidad escolarizada y dentro del área SNI de Biotecnología y Agropecuaria.

**Cuadro 2.** Maestrías con nivel internacional, orientación de investigación, modalidad escolarizada y dentro del área SNI de Biotecnología y Agropecuarias.

**Cuadro 3.** Características de las maestrías en el área de Biotecnología ofertadas en instituciones de Brasil, Argentina, Colombia y Cuba.

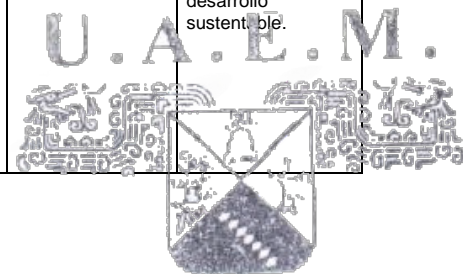
**Cuadro 1.** Programas de Maestrías en México registrados en el PNPC, con nivel consolidado, orientación de investigación, modalidad escolarizada y dentro del área SNI de Biotecnología y Agropecuaria.

CVE Institución	Nombre del programa	Objetivo del posgrado	Duración (años)/ No. créditos	LGCA compartidas con MB o similares	Perfil de ingreso			Perfil de egreso
					Formación	Cualidades e intereses	Conocimientos	
1. 2520 CIATEJ	Maestría en Ciencias de la Floricultura Jalisco	Formar profesionales capaces de participar en proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico aplicando los conocimientos y metodologías adquiridos de manera original e innovadora en el campo de la floricultura	2/88	Cultivo de tejidos vegetales	Lic. o Ing. en Biología, Química, Agronomía	Trabajar en equipo, conservación biológica	Biología celular, Bioquímica y Genética	Capacidad de realizar investigación, de participar en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico y de ampliar y profundizar el conocimiento, innovar, aplicarlo y transmitirlo de manera sustentable en beneficio del sector florícola
2. 1553 Universidad Autónoma del estado de México	Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Forestales Edo. De México	Formar capital humano de alto nivel en las Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, capaz de generar y aplicar el conocimiento en forma original e innovadora, para desarrollar y dirigir investigaciones, y cumplir con una función de liderazgo intelectual y del saber-hacer en la sociedad del conocimiento.	2/ no específica	Biotecnología Agropecuaria	Agropecuaria, biológica, ambiental, social, económicas, humanística, biotecnológica	Independencia, trabajo en equipo, redacción de textos científicos, lectura y comprensión de inglés, iniciativa, responsabilidad	Relativos al área agrícola y/o de Recursos Naturales	Contará con una formación sólida en el área específica del conocimiento y capacidad de participar en actividades de investigación, aplicando los métodos idóneos para someter a prueba hipótesis coherentes y factibles, realizando propuestas críticas a las metodologías utilizadas. Podrá generar, adaptar y mejorar tecnologías que permitan optimizar la producción agropecuaria y el manejo de los recursos naturales.
3. 1465 UAM	Maestría en Biotec. Cd. México	Formar investigadores críticos e independientes de alto nivel académico capaces de generar y aportar nuevos conocimientos científicos y técnicos en el campo de la Biotecnología. Fomentar el desarrollo de la investigación disciplinaria e interdisciplinaria en Biotecnología en la UAM y en el país.	2/180	Biotecnología ambiental, Productos naturales	Biotecnología, Bioquímica, Alimentaria o áreas afines	No específica	Microbiología, Bioquímica, Estadística y Matemáticas	El egresado será capaz de contribuir al desarrollo tecnológico de la planta productiva del país en diferentes instituciones públicas y privadas relacionadas con la biotecnología. Además podrá desempeñarse profesionalmente en instituciones de investigación y docencia.



CVE Institución	Nombre del programa	Objetivo del posgrado	Duración (años)/ No. créditos	LGCA compartidas con MB o similares	Perfil de ingreso			Perfil de egreso
					Formación	Cualidades e intereses	Conocimientos	
4. 2476 UG	Maestría en Biotecnología Guanajuato	Formar posgraduados capaces de coadyuvar a la solución de problemas agroalimentarios y ambientales, empleando los métodos de investigación que les permitan innovar los procesos y productos, con el fin de incrementar la producción y mejorar los procesos de transformación agroalimentarios y mantener los recursos naturales.	2/101	Biotecnología alimentaria y vegetal	no específica	no específica	no específica	Tendrán una preparación académica enfocada a la investigación de alto nivel y podrán ejercer tanto en el sector público como en el privado, como Centros de Investigación, Universidades, empresas, dependencias del gobierno o bien de manera individual. Los egresados tendrán la habilidad para hacer investigación básica o aplicada que pueda ayudar a la resolución de problemas del entorno empleando diversas metodologías, diseñando y planteando experimentos en áreas relacionadas con las Biotecnologías. También tendrán la capacidad para buscar, analizar, sintetizar y difundir de manera crítica la información contenida en diversas fuentes científicas y los resultados generados de su proyecto de investigación.
5. 461 IPN	Maestría en Ciencias en Biotec. Genómica Tamaulipas	Formar profesionales de alto nivel académico capaces de formular e implementar proyectos científicos y de desarrollo biotecnológico. Además, sus egresados contarán con la capacidad científica para incorporarse a grupos de investigación y docencia en instituciones académicas y de investigación nacional o extranjera.	2/70	Biotecnología ambiental, biotecnología vegetal, interacción planta microorganismo	Áreas químico-medico-biológicas (Bioquímica, Biología, Química, Veterinaria, Medicina, Agronomía, y afines)			El egresado estará calificado para continuar con estudios de posgrado, participar y contribuir activamente en las áreas de operación e investigación y desarrollo en la industria biotecnológica, como docente y/o investigador en las instituciones de educación superior y en la generación de empresas biotecnológicas.
6. 368 IPN	Maestría en Ciencias	Formar recursos humanos con conocimientos,	2/54	Manejo agroecológico o de plagas	Ciencias Químico-	Interés en la investigación científica y	Conocimientos básicos de	El egresado contará con los conocimientos y

CVE Institución	Nombre del programa	Objetivo del posgrado	Duración (años)/ No. créditos	LGCA compartidas con MB o similares	Perfil de ingreso			Perfil de egreso
					Formación	Cualidades e intereses	Conocimientos	
	en Manejo Agroecológico de Plagas y Enfermedades Morelos	habilidades y actitudes que les permiten realizar investigación sobre problemas fitosanitarios y ofrecer alternativas de manejo ambientalmente racionales y sostenibles			Biológicas o Agrícolas	tecnológica en el área de manejo de plagas y enfermedades agrícolas. Capacidades verbal y cuantitativa que corresponden a los egresados de licenciatura. Deberán mostrar disposición para realizar actividades de investigación de laboratorio y campo, así como para el trabajo colaborativo multidisciplinario. Capacidad para la lectura y comprensión de textos en inglés.	biología y ciencias agrícolas	habilidades que le permitirán realizar el diagnóstico de problemas fitosanitarios, proponer la forma más adecuada de manejo y realizar investigación acerca de alternativas ambientalmente racionales para el manejo de plagas y enfermedades de plantas, basado en los principios de la agroecología y el desarrollo sostenible. Asimismo, conocerá y aplicará las tecnologías de información para mantenerse actualizado en el área de su especialización y estará capacitado para comunicar y difundir los resultados de su trabajo.
7. 583 IPN	Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente Sinaloa	Formar recursos humanos capaces de desarrollar estudios técnicos y científicos relacionados con la evaluación, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales bajo esquemas de sustentabilidad y dentro del marco legal vigente. Los maestros en ciencias formados bajo este programa serán capaces de evaluar el impacto de las diferentes actividades económicas y sociales que en su entorno se generen y tendrán la capacidad de proponer soluciones sobre problemas relacionados con la productividad, transferencia de tecnología y manejo de	2/54	Biotecnología agrícola	Área químico-biológica			Tendrá la capacidad de interactuar de manera interdisciplinaria con otros especialistas para proponer soluciones sobre problemas relacionados con la productividad, generación y transferencia de tecnología para un manejo de sistemas terrestres y acuáticos bajo un concepto de desarrollo sustentable.



CVE Institución	Nombre del programa	Objetivo del posgrado	Duración (años)/ No. créditos	LGCA compartidas con MB o similares	Perfil de ingreso			Perfil de egreso
					Formación	Cualidades e intereses	Conocimientos	
		sistemas terrestres y acuáticos.						
8. 2210 IPN	Maestría en Ciencias en Biotec. Aplicada Tlaxcala	Formar y consolidar profesionales de las áreas de agronomía, química, biología e ingenierías, interesados en continuar su formación académica y en recibir preparación para incursionar en el campo de la investigación científica y el desarrollo de la biotecnología. Fomentando, en el curso del programa, que estos profesionales desarrollen habilidades de investigación básica y aplicada en las diversas ramas de la Biotecnología. De igual forma, que adquieran las herramientas metodológicas formales, colaborativas y competitivas que les permitan identificar y aplicar los resultados de sus investigaciones en la generación, desarrollo y mejora de procesos y productos, e impulsar su	2/68	Biotecnología ambiental y bioprocesos, Bioproductos	Área químico-biológica	Capacidad académica, claridad en metas y objetivos		Los egresados poseerán sólidos conocimientos en áreas químico-biológicas básicas y en áreas de especialización de diversas ramas de la Biotecnología; los cuales puedan integrarse y contribuir en el desarrollo de sectores prioritarios en nuestro país

CVE Institución	Nombre del programa	Objetivo del posgrado	Duración (años)/ No. créditos	LGCA compartidas con MB o similares	Perfil de ingreso			Perfil de egreso
					Formación	Cualidades e intereses	Conocimientos	
		creatividad para innovar productos y procesos conducentes al progreso de la agroindustria.						
9. 1455 UAchapingo	Maestría en Protección Vegetal Estado de México	Fomentar el empleo del método científico y la filosofía de la inteligencia fitosanitaria para el desarrollo e inferencia de la investigación en materia de protección vegetal con base en los principios fitosanitarios y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y áreas afines. Generar investigación básica y aplicada a partir de las relaciones biológicas entre organismos que interactúan como parásitos y también como benéficos que participan en el control biológico en los sistemas agroecológicos, para aportar conocimientos y soluciones al manejo integral de plagas de los sistemas agrícolas y áreas afines, con enfoque en la protección vegetal para un desarrollo rural sustentable reduciendo riesgos al ambiente y al ser humano. Formar recursos humanos especialistas de alto nivel académico, con bases sólidas y competencias en protección vegetal para diagnosticar, analizar e investigar la problemática fitosanitaria nacional y en el mundo globalizado, para aportar conocimientos, soluciones e innovaciones tecnológicas sustentables para resolver los	2/53	Diagnóstico y control de plagas	Área agrónomo-biológica	Experiencia de un año laboral en fitosanidad. Metodología, desarrollo, manejo e innovación de métodos de laboratorio y de trabajo de campo; Comunicación efectiva en Español y una lengua extranjera (preferente y especialmente el idioma Inglés); manejo de inteligencia fitosanitaria para buscar, analizar, sintetizar e integrar información científica en materia de protección vegetal; trabajo en equipo.	Ciencias Agronómicas, con un enfoque a las disciplinas de la protección vegetal y competencias en la metodología de la investigación y métodos numéricos.	Los egresados realizarán investigación básica y aplicada en materia de sanidad vegetal, estrictamente con base en el método científico, con el objeto de generar, innovar, aplicar, evaluar y difundir conocimientos y tecnologías, así como para diseñar, planear, innovar, transferir y aplicar estrategias de manejo integral de plagas en los sistemas agrícolas y áreas afines, con un enfoque sustentable. Son capaces de diagnosticar, analizar y solucionar problemas fitosanitarios con un enfoque agroecológico relacionando los aspectos bióticos y del ambiente físico para el desarrollo y el manejo eficiente de plagas y enfermedades de los cultivos.



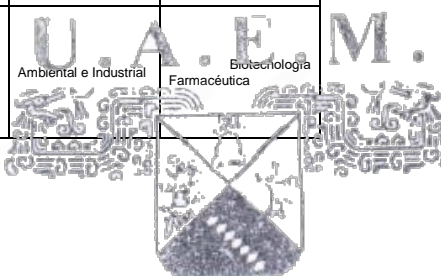
CVE Institución	Nombre del programa	Objetivo del posgrado	Duración (años)/ No. créditos	LGCA compartidas con MB o similares	Perfil de ingreso			Perfil de egreso
					Formación	Cualidades e intereses	Conocimientos	
		problemas de plagas en los sistemas agrícolas y áreas afines.						
10. 2226 UAN	Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias en el área de a) Cs. Agrícolas, b) Cs. Ambientales, c) Cs. Pesqueras y d) Cs. Zootécnicas y vet. Nayarit	Formar Maestros en Ciencias de alto nivel, así como recursos humanos comprometidos en la aplicación y difusión del conocimiento científico en las diferentes orientaciones: Ciencias Agrícolas, Ambientales, Pesqueras, Zootécnicas y Veterinarias; con énfasis en el área de atención al medio ambiente para la generación de procesos productivos.	2/90	Toxicología ambiental	No específica	No específica	no específica	Al término de sus estudios, el Maestro en Ciencias Biológico Agropecuarias posee los conocimientos y técnicos para resolver problemas relacionados con el área de su competencia.
11. 356 UAEM (MOR)	Maestría en Biotec. Morelos	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.	2/92	Biotecnología Agropecuaria ; Biotecnología Ambiental, Biotecnología de Productos Naturales	No específica	Comprensión de lectura, capacidad analítica y destreza manual en el laboratorio. De observación, análisis y síntesis asociadas con el conocimiento científico.	Conocimientos básicos y sólidos 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 para la solución de problemas ambientales y de salud, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético. 4. Poseen habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada en el área de productos naturales, orientada a la conservación de la biodiversidad con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético. 5. Aplican herramientas biotecnológicas en el desarrollo y/o innovación de

CVE Institución	Nombre del programa	Objetivo del posgrado	Duración (años)/ No. créditos	LGCA compartidas con MB o similares	Perfil de ingreso			Perfil de egreso
					Formación	Cualidades e intereses	Conocimientos	
								procesos industriales.

**Cuadro 2.** Maestrías con nivel internacional, orientación de investigación, modalidad escolarizada y dentro del área SNI de Biotecnología y Agropecuarias.

CVE/ Institución	Nombre del programa/ Estado	Objetivo del posgrado	Duración (años)/ No. créditos	LGCA compartidas con MB o similares	Perfil de ingreso			Perfil de egreso
					Formación	Cualidades e intereses	Conocimientos	
1. 1105 IPN	MAESTRIA EN CIENCIAS ESPECIALIDAD EN BIOTECNOLOGIA/ Cd. México	Formar personal capaz de impartir cursos teórico-prácticos a nivel licenciatura en el campo de la Biotecnología, así como participar eficazmente en la realización de trabajos de investigación científica. Preparar estudiantes que estén interesados en continuar hacia una carrera de investigación científica o tecnológica dentro de un programa de doctorado.	2/274	Biotecnología Ambiental, bioprocesos y bioproductos	ingeniería química, biología, química, biotecnología y otras afines	no específica	no específica	no específica
2. 197 IPN	MAESTRIA EN CIENCIAS EN LA ESPECIALIDAD DE BIOTECNOLOGIA DE PLANTAS/ Guanajuato	formar profesionales con bases científicas sólidas y con un marco de conocimiento científico teórico tal que les permita diseñar experimentos bajo supervisión, interpretar resultados, así como fomentar el desarrollo de sus habilidades prácticas para realizar trabajo experimental. Dentro del objetivo se incluye el fomento a los valores de honestidad, responsabilidad, excelencia y compromiso social.	2/no específica	Agrobiotecnología, metabolismo secundario, compuestos bioactivos y metabolómica, Ecofisiología, bioquímica y biología molecular de las interacciones planta-microorganismo y planta-insecto	No específica	No específica	No específica	El egresado contará con las habilidades y los conocimientos necesarios para integrarse en grupos de trabajo del sector productivo o de investigación y desarrollo, en áreas relacionadas a la biotecnología de plantas. Además tendrá la capacidad de continuar exitosamente sus estudios en un programa de doctorado.
3. 1581 IPN	MAESTRÍA EN CIENCIAS EN DESARROLLO DE PRODUCTOS BIÓTICOS/ Morelos	Analizar y comprender literatura científica. Generar conocimiento científico, así como identificar problemas y proponer solución a estos desde una postura crítica basada en los preceptos de la sustentabilidad. Todo lo anterior con altos valores éticos, conscientes de la riqueza florística con énfasis en México y capaces de realizar investigación bajo los principios del desarrollo sustentable. Realizar investigación interdisciplinaria, así como difundir y divulgar conocimientos y resultados de sus investigaciones de forma clara y concisa, y colaborar en procesos de formación de recursos humanos	No específica/80	Biotecnología vegetal, Conocimiento y uso de plantas mexicanas de interés económico	Biólogo, Ingeniero Agrónomo, Ingeniero Bioquímico, Ingeniero Biotecnólogo, Ingeniero Químico, Ingeniero en Alimentos, Químico Bacteriólogo Parasitólogo, Químico Farmacéutico Industrial, Químico Farmacobiólogo, Ingeniero en Agroindustrias o carreras afines	Capacidad de observación crítica, reflexiva y analítica, así como para realizar actividades de investigación y desarrollo tecnológico, comunicarse de forma oral y escrita, así como comprender textos en idioma español e ingles	Física, química, biología y estadística	Realizar investigación interdisciplinaria así como difundir y divulgar conocimientos a través de los resultados de sus investigaciones de forma clara y concisa; colaborar en procesos de formación de recursos humanos.

### Cuadro 3. Características de las maestrías en el área de Biotecnología ofertadas en instituciones de Brasil, Argentina, Colombia y Cuba.

Pais/Institución	Nombre del programa	Objetivo	Duración (años)/ No. Horas o créditos	LGCA compartidas con MB o similares	Enfoque
Brasil/Universidad de Federal de Alagoas (UFAL)	Programa de Posgraduado en Química y Biotecnología	No especifica	2/300h	Microbiología Ambiental, Productos Naturales	Química
Brasil/ Universidad de Estadual Paulista (UNESP)	Biociencias y Biotecnología aplicadas a Farmacia	formación de recursos humanos especializados, críticos e innovadores, con capacidad para actuar en la docencia y en la investigación en el área de la Farmacia, interfiriendo con las áreas de Ciencias Biológicas y Biotecnología	2/118	Xenobióticos, Bioproductos	Salud
Brasil/ Universidad de Federal de Pelotas (UFPEL)	Producción y Tecnología de semillas-Biotecnología	El curso de Maestría Profesional en Semillas está dirigido a la capacitación técnica de profesionales vinculados a empresas agrícolas. Se trata de la formación de posgraduados, a través de la profundización de los conocimientos relacionados con técnicas de producción, tecnología post-cosecha, investigación y estrategias de planificación y comercialización.	2/180	Mejoramiento agrícola	Semillas agrícolas
Argentina/Universidad de Buenos Aires	Maestría en Biotecnología	Proveer al sector económico y científico-técnico de recursos humanos especializados en el manejo técnico de las disciplinas de la biotecnología. Realimentar el sistema universitario y científico-técnico con docentes, investigadores y técnicos reactualizados y reorientados en el campo de las disciplinas básicas de la biotecnología.	2/50 créditos (1 credito = 16 h)	No especifica	Área pecuaria
Argentina/Facultad de Cs. Agrarias	Maestría en Ciencias Agrarias y Biotecnología	El objetivo de la Maestría es desarrollar un programa de formación de posgrado en el campo de las Ciencias Agrarias y Biotecnología, con enfoque interdisciplinario, tendiente a responder a los imperativos de desarrollo sustentable en el área de la fruticultura y viticultura.	2/50 créditos (1 credito = 16 h)	No especifica	Floricultura y viticultura
Colombia/Universidad Nacional Sede Medellín	Maestría en biotecnología	Formar investigadores con conocimientos científicos y tecnológicos de actualidad en diferentes campos de la biotecnología, que le permitan innovar y hacer nuevos aportes al país en las áreas de la Biotecnología animal, vegetal, ambiental, microbiana e industrial.  Fortalecer la capacidad de los estudiantes para identificar problemas, formular hipótesis, crear y desarrollar proyectos de investigación, que contribuyan a la solución de problemas del entorno local, regional, nacional e internacional.  Concientizar al estudiante de la importancia del uso sostenible de los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad del país, orientándolo a la generación de alternativas ambientales, económicas y productivas, que contribuyan al bienestar social.  Integrar competencias éticas, científicas y laborales en los estudiantes, para que como egresados, puedan formular alternativas de solución a problemas biotecnológicos, tanto en el campo básico como en el aplicado.	2/70	Biotecnología vegetal, ambiental, microbiana	Biotecnología animal, vegetal, ambiental, microbiana e industrial
Colombia/Universidad Libre	Maestría en biotecnología	El egresado de la maestría en Biotecnología de la Universidad Libre será profesional integral comprometido con el trabajo ético e interdisciplinario para desarrollar e implementar procesos biotecnológicos para la obtención de productos relacionados con los sectores agropecuario, salud, ambiental e industrial que garanticen el desarrollo sostenible y respondan a las necesidades regionales y nacionales enmarcado en bio-negocios sostenibles y sustentables.	2/48	agropecuario, salud, ambiental	agropecuario, salud, ambiental
Colombia/Universidad Icesi	Maestría en biotecnología	Las concentraciones de la Maestría en Biotecnología posibilitan aplicaciones al estudio, conservación y utilización sustentable de la biodiversidad, así como aplicaciones de punta en los sectores ambiental, biomédico, farmacéutico-cosmético, de alimentos y la industria de base biotecnológica en general en la región y el país. La Maestría en Biotecnología busca formar profesionales capaces de adaptar, implementar y evaluar procesos biotecnológicos para la elaboración e innovación de productos y servicios de alto valor en diferentes sectores industriales, integrando los esquemas más favorables de negocio y desarrollo sustentable con base en un sólido sustento ético.	2/51	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotecnología Agrícola, Molecular, Celular y de Organismos</li> <li>• Biotecnología Ambiental y Bioindustrial</li> <li>• Biotecnología Farmacéutica</li> <li>• Biotecnología Médica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotecnología Agrícola, Molecular, Celular y de Organismos</li> </ul>
Colombia/Universidad Tecnológica de Pereira	Maestría en Biología Molecular y Biotecnología	Formar profesionales de alto nivel en Biología Molecular y Biotecnología, diseñar estrategias metodológicas para contribuir a la solución de problemas locales, regionales y nacionales en los sectores de la salud, ambiental, agropecuario e industrial.	2/55	salud humana, animal y vegetal, biodiversidad	salud humana, animal y vegetal, producción industrial, biodiversidad y manejo del medio ambiente.
Colombia/Universidad de Antioquia	Maestría en Biotecnología	Contribuir a la formación de personal especializado en el desarrollo e implementación de procesos y productos biotecnológicos con aplicación ambiental e industrial, dirigida a mejorar las condiciones de vida de la sociedad sobre la base de un desarrollo sostenible.	2/43	 <p>U.A.E.M. Ambiental e Industrial</p>	<p>Biotecnología Farmacéutica</p>

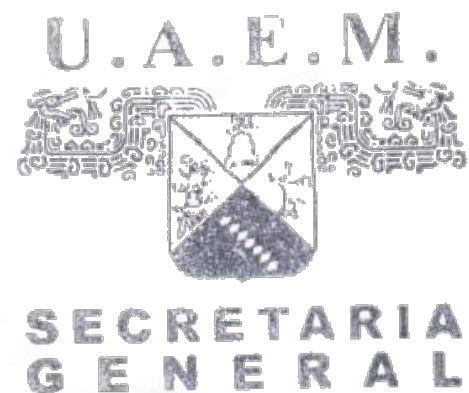
País/Institución	Nombre del programa	Objetivo	Duración (años)/ No. Horas o créditos	LGCA compartidas con MB o similares	Enfoque
Colombia/Universidad de Pamplona	Maestría en biología molecular y biotecnología	El programa tiene como propósitos fundamentales formar investigadores y desarrollar investigación que asegure la ampliación de las fronteras del conocimiento en los campos de la Biología Molecular y la Biotecnología	2/no especifica	No especifica	No especifica
Colombia/Universidad San Buenaventura de Cali	Maestría en Ingeniería: biotecnología	La Maestría en Ingeniería: Biotecnología, tiene como propósito la formación de un magister con visión integral y capacidad para analizar los diversos y complejos problemas de los sectores agrícola e industrial y proponer por medio de la investigación como herramienta generadora de conocimiento, soluciones eficientes a sus necesidades, así como identificar potencialidades a través de la explotación responsable de materias primas de origen biológico. La Maestría en Ingeniería: Biotecnología constituirá un soporte para el diseño de bioprocesos y bioproductos que impacten de manera positiva en la comunidad	2/43	Biomoléculas y biocontrol	Aprovechamiento de residuos agroindustriales, Biomoléculas y biocontrol
Cuba/UNIVERSIDAD DE ORIENTE	MAESTRÍA EN BIOTECNOLOGÍA	Formar egresados con adecuados conocimientos en biotecnología según las tendencias actuales del desarrollo en la industria, la agronomía y el medio ambiente.	2 y 3 años (parcial)/NE	Biotecnología ambiental	1- Tratamiento Biológico de Residuales 2- Biorremediación de Ecosistemas Impactados 3- Biotecnología de Hongos Superiores 4- Tecnología Enzimática y Microbiana 5- Inmunología Aplicada
Cuba/UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS	Maestría en Biotecnología Vegetal	formar profesionales con competencias para abordar procesos científico-técnicos, desarrollar tecnologías e innovaciones en beneficio del país, fortalecer los centros de investigación, producción, servicios y la docencia	No especifica/77	Biotecnología agrícola y de productos naturales	Biotecnología agrícola
Cuba/Universidad de Granma	Biotecnología Agrícola	-	-	-	-



**Maestría en Biotecnología**



# ANEXO II



**Cuadro 10.** PITC del Núcleo Académico Básico de la Maestría en Biotecnología.

TODOS LOS PITC DEL NAB DE LA MB CUENTAN CON EL GRADO DE DOCTOR				
	NOMBRE PTC	INSTITUCIÓN QUE OTORGÓ EL GRADO	S.N.I	PRODEP
1.	•VILLARREAL ORTEGA MARÍA LUISA	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	III	SI
2.	• CARDOSO TAKETA ALEXANDRE	Universidad de Bonn, Alemania	II	SI
3.	• FOLCH MALLOL JORGE LUIS	Universidad de Sevilla, España	II	SI
4.	• VILLEGAS VILLARREAL ELBA CRISTINA	Universidad del Estado de Oklahoma, EUA	II	SI
5.	• CASPETA GUADARRAMA LUIS	Universidad Nacional Autónoma de México	I	SI
6.	• DANTÁN GONZÁLEZ ÉDGAR	Universidad Nacional Autónoma de México	I	SI
7.	• GUTIÉRREZ VILLAFUERTE MARÍA DEL CARMEN	Universidad de Connecticut, EUA	I	SI
8.	• HERNÁNDEZ VELÁZQUEZ VÍCTOR MANUEL	Universidad de Colima	I	SI
9.	• MARTÍNEZ MORALES FERNANDO	Universidad Nacional Autónoma de México	I	SI
10.	• MUSSALI GALANTE PATRICIA	Universidad Nacional Autónoma de México	I	SI
11.	• ORTIZ HERNÁNDEZ MA. LAURA	Universidad Nacional Autónoma de México	I	SI
12.	• PÉREZ MORALES DEYANIRA (PIT CATEDRAS)	Universidad Nacional Autónoma de México	I	NO
13.	• RODRÍGUEZ SOLÍS ALEXIS JOAVANY	Universidad Nacional Autónoma de México	I	SI
14.	• RAMÍREZ TRUJILLO JOSÉ AUGUSTO	Universidad Nacional Autónoma de México	I	SI
15.	• SÁNCHEZ CARBENTE MARÍA DEL RAYO	Universidad Nacional Autónoma de México	I	SI
16.	• SUÁREZ RODRÍGUEZ RAMÓN	Universidad Nacional Autónoma de México	I	SI
17.	• TREJO HERNÁNDEZ MARÍA DEL REFUGIO	Universidad de Provence, Francia	I	SI
18.	• VALENCIA DÍAZ SUSANA	Instituto Politécnico Nacional	I	SI
19.	• PEREA ARANGO IRENE	Instituto Politécnico Nacional	I	SI
20.	• ARELLANO GARCÍA JOSÉ DE JESÚS	Instituto Politécnico Nacional	C	SI
21.	• GONZÁLEZ MORALES LIDIA	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	NO	SI
22.	• ORTIZ CALTEMPA ANABEL	Instituto Politécnico Nacional	NO	SI
23.	• OBREGÓN BARBOZA VERÓNICA	Instituto Politécnico Nacional	NO	SI

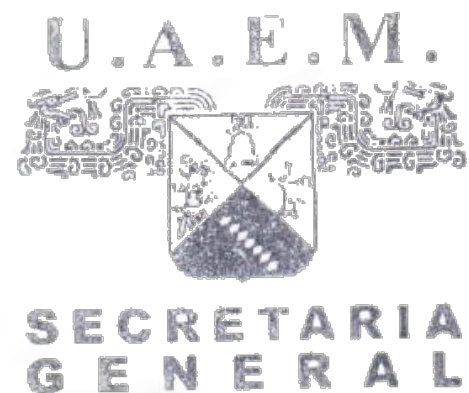


Maestría en Biotecnología



# ANEXO III

**UNIDADES DE APRENDIZAJE BÁSICOS**





## BIOESTADÍSTICA

### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

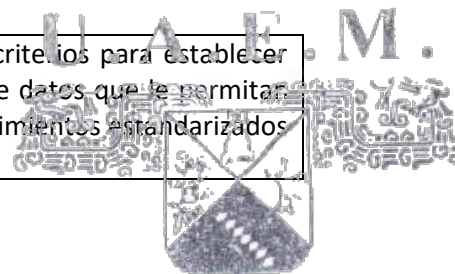
<b>Unidad académica:</b> Centro de Investigación en Biotecnología						
<b>Programa educativo:</b> Maestría en Biotecnología						
<b>Unidad de aprendizaje:</b> Bioestadística				<b>Eje de formación:</b> Teórico		
<b>Elaborada por:</b> Dr. Víctor Manuel Hernández Velázquez Dr. Antonio Castillo Gutiérrez <b>Actualizada por:</b> Dra. Susana Valencia Díaz, Dr. Víctor Manuel Hernández Velázquez, Dr. Alejandro Flores Palacios				<b>Fecha de elaboración:</b> noviembre/2012 <b>Fecha de revisión y actualización:</b> Septiembre/2018		
Horas teóricas: H/S/M	Horas prácticas: H/S/M	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
4	2	78	12	Básica	Obligatorio de elección	Presencial
<b>Programas educativos en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología y Doctorado en Ciencias Naturales, CEIB-UAEM.						

### PRESENTACIÓN

La investigación científica se inicia a partir de preguntas concretas presentadas en forma de hipótesis, estas preguntas se responden a través de un proceso de inferencia robusta. Para obtener respuestas basadas en resultados confiables es necesario: a) realizar diseños experimentales, b) recopilar datos, c) ordenar y resumir los datos, d) analizarlos adecuadamente y e) interpretarlos. Lo anterior se cumple para realizar investigación teórica y aplicada; en ambos casos, el análisis de datos es de primordial importancia para derivar conclusiones objetivas. Las herramientas que se adquieren en el curso de bioestadística, permiten 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.

### PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

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



## COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

<b>Competencias genéricas</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. Analizan de manera crítica la información científica y/o técnica relativa a la Biotecnología, de fuentes especializadas de actualidad.</li> <li>3. Habilidad para el desarrollo de investigación básica y aplicada que incidan en la solución de problemas dentro del área de ciencias naturales, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.</li> <li>4. Poseen habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada en el área de la biotecnología, que incidan en la industria, agricultura y salud, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.</li> </ol>
<b>Competencias específicas</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacidad de realizar diseños experimentales adecuados para su trabajo de investigación.</li> <li>2. Identifican el tratamiento estadístico adecuado para el análisis de datos.</li> <li>3. Presentan e interpretan adecuadamente los resultados de su trabajo de investigación.</li> <li>4. Emplean softwares especializados para realizar adecuadamente el análisis de datos.</li> </ol>

## CONTENIDO

<b>Bloques</b>	<b>Temas</b>
1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Variables</li> <li>1.2 Escalas de medición</li> <li>1.3 Población y muestra</li> <li>1.4 Medidas de tendencia central</li> <li>1.5 Medidas de dispersión y variabilidad</li> </ol>
2. PROBABILIDAD	<ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Elementos de probabilidad</li> <li>2.2 Distribución Binomial</li> <li>2.3 Distribución Poisson</li> <li>2.4 Teorema del Límite Central</li> <li>2.5 Distribución Normal</li> </ol>
3. INFERENCIA SOBRE UNA Y DOS POBLACIONES (Pruebas paramétricas y no paramétricas)	<ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 Prueba de una muestra, intervalo de confianza.</li> <li>3.2 Prueba de hipótesis de dos muestras independientes</li> <li>3.3 Prueba de hipótesis de dos muestras dependientes.</li> </ol>

Bloques	Temas
4. DISEÑOS EXPERIMENTALES (pruebas paramétricas y no paramétricas)	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
5. 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. ARREGLOS DE TRATAMIENTOS (Parcelas divididas y factoriales).	6.1 Experimentos Factoriales 6.2 Parcelas divididas
7. ASOCIACIÓN DE DOS VARIABLES	7.1 Análisis de regresión 7.2 Análisis de correlación

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas			
Aprendizaje basado en problemas	(X)	Nemotecnia	( )
Estudios de caso	(X)	Análisis de textos	( )
Trabajo colaborativo	( )	Seminarios	( )
Plenaria	( )	Debate	( )
Ensayo	( )	Taller	(x)
Mapas conceptuales	(X)	Ponencia científica	( )
Diseño de proyectos	(X)	Elaboración de síntesis	( )
Mapa mental	( )	Monografía	( )
Práctica reflexiva	(X)	Reporte de lectura	( )
Trípticos	( )	Exposición oral	(X)
Otros			
Estrategias de enseñanza sugerida			
Presentación oral (conferencia exposición) por parte del docente	(X)	Experimentación (prácticas)	(X)
Debate o Panel	( )	Trabajos de investigación documental	( )
Lectura comentada	( )	Anteproyectos de investigación	( )
Seminario de investigación	( )	Discusión guiada	(X)

Estudio de Casos	(X)	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	(X)
Foro	( )	Actividad focal	(X)
Demostraciones	( )	Analogías	( )
Ejercicios prácticos (series de problemas)	(X)	Método de proyectos	(X)
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	( )	Actividades generadoras de información previa	( )
Organizadores previos	( )	Exploración de la web	( )
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( )	Enunciado de objetivo o intenciones	( )
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras):			

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
I. Exámenes parciales que permiten evaluar los avances y resultados del aprendizaje logrado por los alumnos durante el curso.	70
II. Actividades académicas complementarias para evaluar los conocimientos y habilidades adquiridas (trabajos teóricos/prácticos en clase o para entrega en una fecha acordada, etc.).	30
<b>Total</b>	100 %

\*Los criterios de evaluación se fundamentan en el Reglamento General de Exámenes de la UAEM. La calificación final de la Unidad de Aprendizaje será el resultado del promedio general obtenido de los exámenes parciales y actividades académicas correspondientes a cada bloque.

*PERFIL DEL PROFESOR*

Doctor en Ciencias, con especialidad en algún área de las ciencias naturales, que el profesor cuente con recursos publicados que ejemplifiquen y contextualicen su experiencia en el uso de diferentes técnicas estadísticas del presente programa. De preferencia que posea estudios formales en estadística, o en su lugar que tenga experiencia docente en estadística que garantice su conocimiento y dominio de los fundamentos matemáticos de las técnicas estadísticas inferenciales básicas tanto paramétricas como no paramétricas. Qué conjunte su área de especialidad con herramientas estadísticas y que esto sea comprobable con sus publicaciones y/o dirección de tesis.

### REFERENCIAS

#### Básicas:

- Zar, J. H. 2010. Biostatistical analysis. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, Estados Unidos. 944 p.
- McDonald, J. H. 2009. Handbook of biological statistics, University of Delaware, Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland, U.S.A. 311p.
- Cochran, W. G. y Cox, G. M. 1987. Diseños experimentales. Ed. Trillas.
- Sokal, R. R., y F. J. Rohlf. 1995. Biometry. New York, Estados Unidos, 887 pp.

#### Complementarias:

- Wayne, D. 1998. Bioestadística: Base para el análisis de las Ciencias de la Salud. UTEHA, Noriega Editores. México.
- Siegel, S. y Castellan, J. 1988. Nonparametric statistics for the Behavioral Sciences. McGraw Hill International Editions. Boston, USA.
- Wardlaw, C. 1985. Practical Statistics for Experimental Biologist. John Wiley & Sons. New York, USA.
- Sharp, V. 1979. Statistics for the Social Sciences. Little, Brown & Company. Boston. USA.

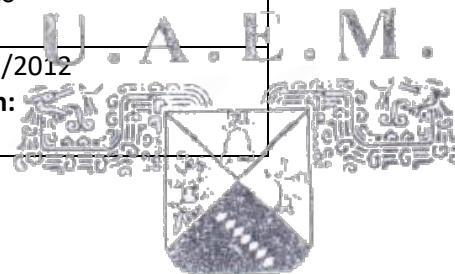
#### Web:

<https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/107/2/692>

## BIOINGENIERÍA

### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>Unidad académica:</b> Centro de Investigación en Biotecnología	
<b>Programa educativo:</b> Maestría en Biotecnología	<b>Eje de formación:</b> Teórico
<b>Elaborado y actualizado por:</b> Dra. Elba Cristina Villegas Villarreal	<b>Fecha de elaboración:</b> Octubre/2012 <b>Fecha de revisión actualización:</b> Septiembre/2018



Horas teóricas : H/S/M	Horas prácticas: H/S/M	Horas totales	Crédito s	Tipo de Unidad de aprendizaje	Carácter de la unidad de aprendizaje:	Modalidad
5	2	78	12	Básica	Obligatorio de elección	Presencial

**Programas educativos en los que se imparte:**

Maestría en Biotecnología y Doctorado en Ciencias Naturales, CEIB-UAEM.

**PRESENTACIÓN**

El curso de Bioingeniería tiene como propósito general, brindar al estudiante una visión integral sobre el panorama de ésta 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.

**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.

**Competencias genéricas**

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. Habilidad 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 la biotecnología, 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. 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.

## Competencias específicas

1. Seleccionan y manejan equipo básico, material y reactivo y las medidas de seguridad utilizadas en la organización y el manejo de un laboratorio de microbiología.
2. Seleccionan y aplican técnicas para 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.
3. Manejan diferentes procesos de esterilización, cultivo y preservación de microorganismos, así como el manejo y disposición de residuos o desechos del laboratorio.
4. Conocen 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.
6. Poseen la capacidad de proponer proyectos de investigación en el área de conocimiento.
7. Conocen los instrumentos adecuados para el seguimiento, evaluación y análisis de los resultados del trabajo experimental.
8. Formulan preguntas, llevan a cabo discusiones, realizan reportes escritos, presentaciones y discusiones individuales y/o equipo.
9. Conocen laboratorios certificados gubernamentales, industriales y privados.

## CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. INTRODUCCIÓN A LA BIOINGENIERÍA	1.1 Productos tradicionales 1.2 Productos de la nueva tecnología
2. PANORAMA DE LA BIOTECNOLOGÍA Y SU APLICACIÓN	2.1. A nivel Internacional 2.2. A nivel nacional
3. PRODUCTOS BIOTECNOLÓGICOS	3.1. Mercado de los productos biotecnológicos 3.2. Productos biotecnológicos principales 3.3. Empresas biotecnológicas
4. ELEMENTOS BÁSICOS DE UN BIOPROCESO	4.1. Organismos productores 4.2. Materias primas productoras 4.3. Tipos de procesos 4.4. Tipos de productos
5. DISEÑO Y ESTERILIZACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO	5.1. Bases de diseño de medios de cultivo 5.2. Principales fuentes N, C, P y S 5.3. Otros componentes de medios 5.4. Fermentaciones aerobias 5.5. Fermentaciones anaerobias 5.6. Fermentación sumergida 5.7. Fermentación sólida
6. CINÉTICA ENZIMÁTICA	5.1 Modelos cinéticos 5.2 Enzimas en solución 5.3 Enzimas inmovilizadas
7. CRECIMIENTO CELULAR Y BACTERIANO	7.1 Determinación del crecimiento microbiano 7.2 Cultivo Batch

Bloques	Temas
	7.3 Modelos cinéticos de crecimiento 7.4 Metabolitos Primarios 7.5 Metabolitos Secundarios 7.6 Cultivo Alimentado 7.7 Cultivo continuo
8. DISEÑO, OPERACIÓN Y ESCALAMIENTO DE FERMENTADORES	8.1 Tanques agitados 8.2 <i>Air lift</i> 8.3 Consumo de energía por agitación 8.4 Consumo de energía por aireación 8.5 Transferencia de energía 8.6 Operación de fermentadores 8.7 Escalamiento de fermentadores 8.8 Esterilización de medio de cultivo 8.9 Esterilización del aire
9. PROCESOS DE SEPARACIÓN	Procesos de separación
10. ECONOMÍA DE LOS BIOPROCESOS	Economía de los bioprocesos

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas			
Aprendizaje basado en problemas	( x )	Nemotecnia	( )
Estudios de caso	( x )	Análisis de textos	( x )
Trabajo colaborativo	( x )	Seminarios	( x )
Plenaria	( x )	Debate	( x )
Ensayo	( )	Taller	( x )
Mapas conceptuales	( x )	Ponencia científica	( x )
Diseño de proyectos	( x )	Elaboración de síntesis	( )
Mapa mental	( )	Monografía	( )
Práctica reflexiva	( x )	Reporte de lectura	( )
Trípticos	( )	Exposición oral	( x )
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	( x )	Experimentación (prácticas)	( )



Debate o Panel	( x )	Trabajos de investigación documental	( )
Lectura comentada	( x )	Anteproyectos de investigación	( x )
Seminario de investigación	( x )	Discusión guiada	( x )
Estudio de Casos	( x )	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	( )
Foro	( x )	Actividad focal	( )
Demostraciones	( x )	Analogías	( x )
Ejercicios prácticos (series de problemas)	( x )	Método de proyectos	( x )
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	( x )	Actividades generadoras de información previa	( x )
Organizadores previos	( )	Exploración de la web	( )
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( x )	Enunciado de objetivo o intenciones	( )

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
I. Exámenes parciales que permiten evaluar los avances y resultados del aprendizaje logrado por los alumnos durante el curso.	60%
II. Actividades académicas complementarias para evaluar los conocimientos y habilidades adquiridas (trabajos teóricos/prácticos en clase o para entrega en una fecha acordada, p.e. presentación ponencia, redacción de ensayos, etc.)	40%
<b>Total</b>	100 %

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

### PERFIL DEL PROFESOR

Doctor en Ciencias, con especialidad en algún área de las ciencias naturales, que el profesor cuente con recursos publicados que ejemplifiquen y contextualicen su experiencia en el área de bioingeniería. De preferencia que posea experiencia en investigación, desarrollo y producción de productos, servicios y procesos que utilicen microorganismos o sus componentes biológicos. Que conjunte su área de especialidad con herramientas y metodologías actuales en el área de bioingeniería y que esto sea comprobable con sus publicaciones y/o dirección de tesis.

### REFERENCIAS

#### **BÁSICA:**

- Ingeniería Bioquímica: Teoría y aplicaciones, Alambra Mexicana, Rodolfo Quintero Ramírez, 1990.
- Biochemical Engineering. Marcel Dekker, Harvey W. Blanch y Douglas S. Clark, 1996
- Biochemical Engineering: Basic concepts, Prentice May, Michael Shuler y F. Kargi, 1992.
- Bioprocess Engineering: System equipment, and facilities, John Wiley, B. Lydersen, N. D'elia y K. Nelson, 1994.
- Bioreactors System Design, Marcel Dekker, Juan Asenjo y J. Merchuk, 1995.
- Ingeniería Bioquímica: Teoría y aplicaciones, Alambra Mexicana, Rodolfo Quintero Ramírez, 1990.
- Biochemical Engineering. Marcel Dekker, Harvey W. Blanch y Douglas S. Clark, 1996
- Biochemical Engineering: Basic concepts, Prentice May, Michael Shuler y F. Kargi, 1992.
- Bioprocess Engineering: Systems equipment, and facilities, Jhon Wiley, B. Lydersen, N. D'elia y K. Nelson, 1994.
- Bioreactors System Design, Marcel Dekker, Juan Asenjo y J. Merchuk, 1995.

## BIOLOGÍA MOLECULAR

### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>Unidad académica:</b> Centro de Investigación en Biotecnología						
<b>Programa educativo:</b> Maestría en Biotecnología						
<b>Unidad de aprendizaje:</b> Biología Molecular				<b>Eje de formación:</b> Teórico		
<b>Elaborada por:</b> Dr. Ramón Suárez, Dr. Edgar Dantán Dr. Jorge Luis Folch, Dr. Fernando Martínez Morales <b>Actualizada por:</b> Dr. Ramón Suárez, Dr. Augusto Ramírez Dr. Edgar Dantán, Dr. Jorge Luis Folch Dr. Fernando Martínez Morales, Dra. María del Rayo Sánchez, Dra. Verónica Obregón				<b>Fecha de elaboración:</b> noviembre 2012 <b>Fecha de revisión y actualización:</b> septiembre de 2018		
Horas teóricas H/S/M	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje:	Modalidad:
6	NA	78	12	Básico	Obligatorio de elección	Presencial
<b>Programa educativo en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología, CEIB-UAEM.						

### PRESENTACIÓN

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 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.

### PROPÓSITO

Desarrollar en el alumno capacidades y actitudes que le permitan aplicar los principios, reglas y conceptos de la Biología Molecular. Al final de la Unidad de Aprendizaje, el alumno podrá

entender y proponer protocolos científicos en Biología Molecular y cómo estos impactan a la sociedad en general y a su entorno inmediato.

## COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

<b>Competencias genéricas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de organización y planificación.</li> <li>• Capacidad de gestión de la información.</li> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>• Capacidad para el pensamiento crítico y reflexivo.</li> <li>• Capacidad para la investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.</li> <li>• Capacidad para la aplicación del método científico en la resolución de problemas y toma de decisiones.</li> </ul>
<b>Competencias específicas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maneja conceptos actuales de la Biología Molecular que inciden en el campo de la Biotecnología.</li> <li>• Maneja de manera crítica la información científica y/o técnica relativa a la Biología Molecular, de fuentes especializadas de actualidad.</li> <li>• Aplica herramientas de Biología Molecular en el desarrollo y/o innovación de procesos industriales.</li> <li>• Transmite conocimientos del ámbito de la Biología Molecular de forma oral y escrita.</li> <li>• Capacidad para incidir en la formación de recursos humanos en el ámbito de la Biología Molecular en diversos niveles educativos.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos básicos y de frontera de la Biología Molecular para la gestión y desarrollo de proyectos de investigación en el ámbito de la Biotecnología Industrial, Biotecnología Agrícola, Biotecnología Ambiental y de Productos Naturales.</li> </ul>

## CONTENIDOS

<b>Bloques</b>	<b>Temas</b>
1. PRINCIPIOS BÁSICOS	<b>1.1</b> Leyes de Mendel <b>1.2</b> Descubrimiento del ADN y principio transformante <b>1.3</b> Experimentos de Avery, MacLeod y McCarty <b>1.4</b> La doble hélice y estructuras A y Z <b>1.5</b> Conjugación y transducción <b>1.6</b> Diversidad de los genomas

Bloques	Temas
	<b>1.7</b> El Dogma Central de la Biología Molecular
<b>2. ESTRUCTURA DEL GENOMA</b>	<b>2.1</b> El cromosoma procarionte <b>2.2</b> Familias de genes y secuencias repetidas <b>2.3</b> Exones e intrones <b>2.4</b> Nucleosoma y modificaciones de las histonas <b>2.5</b> Eucromatina y heterocromatina
<b>3. REPLICACIÓN Y REPARACIÓN DEL ADN</b>	<b>3.1</b> Replicación semiconservativa <b>3.2</b> Replicación en procariontes <b>3.3</b> ADN polimerasas y orígenes de replicación <b>3.4</b> Otras proteínas necesarias para la replicación <b>3.5</b> Replicación en células eucariontes <b>3.6</b> Centrómeros y telómeros <b>3.7</b> Conjugación y transducción <b>3.8</b> Reparación por recombinación <b>3.9</b> Sistema SOS y foto reparación
<b>4. TRANSCRIPCIÓN DEL ADN</b>	<b>4.1</b> La ARN polimerasa y el promotor en procariontes <b>4.2</b> Inicio, elongación y terminación de la síntesis del ARN <b>4.3</b> La ARN polimerasas eucariontes I, II y III. <b>4.4</b> Los promotores eucariontes y los factores de transcripción basales <b>4.5</b> Procesamiento y estabilidad del ARNm <b>4.6</b> Intrones tipo I y II <b>4.7</b> Ribozimas e intrones codificantes
<b>5. EL CODIGO GENÉTICO Y LA SÍNTESIS DE PROTEÍNAS</b>	<b>5.1</b> El Código Genético <b>5.2</b> Los ARN de transferencia y las aminoacil ARNt sintetasas <b>5.3</b> El ARN ribosomal y el ribosoma <b>5.4</b> La biosíntesis de proteínas en procariontes <b>5.5</b> La biosíntesis de proteínas eucariontes <b>5.6</b> Regulación de la traducción <b>5.7</b> El proteosoma <b>5.8</b> Modificaciones postraduccionales de las proteínas <b>5.9</b> Ruta secretora de las proteínas <b>5.10</b> Localización intracelular de las proteínas
<b>6. REGULACIÓN DE LA EXPRESIÓN GÉNICA</b>	<b>6.1</b> El operón <i>lac</i> y su mecanismo de regulación <b>6.2</b> Los operones <i>trp</i> y <i>ara</i> <b>6.3</b> Sistema de represión catabólica y estricta <b>6.4</b> Ciclo lítico y lisogénico en el <i>Lacteriófago lambda</i> da <b>6.5</b> Elementos <i>cis</i> de respuesta a estímulos <b>6.6</b> Tipos de factores de transcripción <b>6.7</b> Los homeodominios y la diferenciación

Bloques	Temas
	<p>6.8 Asociación combinatoria y dimerización</p> <p>6.9 Control por remodelación de la cromatina</p> <p>6.10 Regulación de amplio rango y aislamiento de los dominios</p>
7. VÍAS DE TRANSDUCCIÓN DE SEÑALES	<p>7.1 Receptores extracelulares y canales</p> <p>7.2 Proteínas G mono y triméricas</p> <p>7.3 Vía de la adenilato ciclasa</p> <p>7.4 Mensajeros secundarios</p> <p>7.5 Cinasas y fosfatasas</p>
8. TÉCNICAS DE ADN RECOMBINANTE	<p>8.1 Purificación de los ácidos nucleicos</p> <p>8.2 Enzimas de restricción y modificación</p> <p>8.3 Síntesis química y diseño de los oligonucleótidos</p> <p>8.4 Reacción en Cadena de la Polimerasa</p> <p>8.5 Secuenciación del ADN</p> <p>8.6 Vehículos de clonación</p> <p>8.7 Técnicas de hibridación de los ácidos nucleicos</p> <p>8.8 Construcción de bancos de ADNc y genómicos</p> <p>8.9 Tamizado y selección de las clonas</p> <p>8.10 Construcción de proteínas recombinantes</p> <p>8.11 Transformación de bacterias y hongos</p> <p>8.12 Transformación de animales y plantas</p> <p>8.13 Regulación y bioseguridad</p>
9. DINÁMICA DEL GENOMA	<p>9.1 Transposones</p> <p>9.2 Retrovirus y retroposones</p> <p>9.3 Rearreglos de los genes del sistema inmune</p> <p>9.4 Sistema de apareamiento de levadura</p> <p>9.5 Variabilidad antigénica</p>
10. EVOLUCIÓN MOLECULAR	<p>10.1 Selección natural</p> <p>10.2 El reloj molecular</p> <p>10.3 Neutralismo</p> <p>10.4 Filogenia molecular</p> <p>10.5 Biodiversidad y marcadores moleculares</p>
11. BIOLOGÍA GENÓMICA	<p>11.1 Secuenciación del Genoma Humano</p> <p>11.2 Bioinformática</p> <p>11.3 Secuenciación de otros genomas</p> <p>11.4 Análisis del transcriptoma</p> <p>11.5 El proteoma</p> <p>11.6 Biología metabólica</p>

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas

Aprendizaje basado en problemas	( x )	Nemotecnia	( )
Estudios de caso	( x )	Análisis de textos	( x )
Trabajo colaborativo	( x )	Seminarios	( )
Plenaria	( )	Debate	( x )
Ensayo	( x )	Taller	( )
Mapas conceptuales	( x )	Ponencia científica	( )
Diseño de proyectos	( x )	Elaboración de síntesis	( )
Mapa mental	( x )	Monografía	( )
Práctica reflexiva	( x )	Reporte de lectura	( )
Tripticos	( )	Exposición oral	( x )
Otros			
<b>Estrategias de enseñanza sugeridas</b>			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	( x )	Experimentación (prácticas)	( )
Debate o Panel	( )	Trabajos de investigación documental	( )
Lectura comentada	( x )	Anteproyectos de investigación	( )
Seminario de investigación	( )	Discusión guiada	( x )
Estudio de Casos	( x )	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	( x )
Foro	( )	Actividad focal	( )
Demostraciones	( )	Analogías	( )
Ejercicios prácticos (series de problemas)	( )	Método de proyectos	( )
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	( x )	Actividades generadoras de información previa	( )
Organizadores previos	( )	Exploración de la web	( x )
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( )	Enunciado de objetivo o intenciones	( )
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras):			

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
1. Exámenes parciales escrito de opción múltiple o desarrollo que permitan evaluar el razonamiento y pensamiento crítico de los contenidos temáticos.	50
2. Actividades académicas complementarias (trabajos teóricos/prácticos, exposiciones, ensayos, material audiovisual generado mediante la aplicación de TICs, ponencias, etc.).	50
<b>Total</b>	100 %

\*Los criterios de evaluación se fundamentan en el Reglamento General de Exámenes de la UAEM. La calificación final de la Unidad de Aprendizaje será el resultado del promedio general obtenido de los exámenes parciales y actividades académicas correspondientes a cada bloque.

### PERFIL DEL PROFESOR

El profesor participante en el curso básico de Biología Molecular, deberá ser un profesional capacitado para la formación de recursos humanos en el ambiente educativo. Además de contar con amplios y sólidos conocimientos en aspectos básicos y/o aplicados de la Biología Molecular, Ingeniería Genética y Biotecnología, Adicionalmente, nuestros profesores se actualizan constantemente en la Enseñanza por Competencias Centrada en el Estudiante, tienen un gran sentido humanista y ético, así como también un compromiso social enfocado a la resolución de diversas problemáticas, relacionadas con nuestras LGAC, que afectan a nuestro Estado y País.

### REFERENCIAS

#### Básicas:

1. Alberts et al (2008) Molecular Biology of the Cell. 5a. Edición. Garland Publishing. Nueva York, NY.
  2. Krebs J.E; Goldstein E.S and Kilpatrick S.T (2011). Lewin's Genes X. Jones & Barlett Publishers, Sudbury Massachusetts, USA.
  3. Lodish, H. et al (2007) Molecular Cell Biology. 6a. edi. W. H. Freeman & Co. Nueva York, NY.
  4. Primrose, S.B. & R.M. Twyman & R.W. Old (2009) Principles of Gene Manipulation. 6a. Edición. Blackwell Science Ltd. Oxford.
  5. Watson, et al. Molecular Biology of the Gene (2004). Fifth Edition Pearson Benjamin Cummings, San Francisco CA., USA.
- Web:**NCBI <http://www.ncbi.nlm.nih.gov.mx>  
 EBI <https://www.ebi.ac.uk/>  
 Expasy <https://www.expasy.org/tools/>  
 Geneinfinity <http://geneinfinity.org/>



## BIOQUÍMICA

### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>Unidad académica:</b> Centro de Investigación en Biotecnología						
<b>Programa educativo:</b> Maestría en Biotecnología						
<b>Unidad de aprendizaje:</b> Bioquímica				<b>Eje de formación:</b> Teórico		
<b>Elaborada por:</b> Dra. Ma. del Carmen Gutiérrez Villafuerte				<b>Fecha de elaboración:</b> noviembre de 2012		
<b>Actualizada por:</b> Dr. Alexis J. Rodríguez Solís				<b>Fecha de revisión y actualización:</b> septiembre de 2018		
Horas teóricas H/S/M	Horas prácticas H/S/M	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad:
6	NA	78	12	Básica	Obligatorio de elección	Presencial
<b>Programas educativos en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología y Doctorado en Ciencias Naturales, área terminal Biotecnología, CEIB-UAEM.						

### PRESENTACIÓN

Los seres vivos tienen 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 los conceptos básicos fundamentales que 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 el 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 los forman.

### PROPÓSITOS

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 macromoléculas-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 manera clara y precisa en reportes de trabajo e investigación.

### COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

<b>Competencias genéricas*</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónomo</li> <li>• Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente</li> <li>• Capacidad para la investigación</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información</li> <li>• Habilidad para el trabajo colaborativo</li> <li>• Habilidad para el trabajo autónomo</li> <li>• Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión</li> </ul>
<b>Competencias específicas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza la estructura, propiedades, clasificación, metabolismo y función de las biomoléculas para comprender su importancia en la estructura y función de los seres vivos.</li> <li>• Maneja conceptos actuales de las ciencias básicas que inciden en el campo de la Biotecnología.</li> <li>• Maneja de manera crítica la información científica y/o técnica relativa a la biotecnología, de fuentes especializadas de actualidad.</li> <li>• Desarrolla habilidades de investigación básica y aplicada que incidan en la solución de problemas ambientales, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.</li> <li>• Desarrolla habilidades de investigación básica y aplicada en el área de productos naturales, que incidan en la industria, la agricultura y salud con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.</li> <li>• Aplica herramientas biotecnológicas en el desarrollo y/o innovación de procesos industriales.</li> <li>• Transmite conocimientos del ámbito de la biotecnología de forma oral y escrita.</li> <li>• Desarrolla la capacidad para incidir en la formación de recursos humanos en el ámbito de la biotecnología en diversos niveles educativos.</li> </ul>

\*Las competencias genéricas están en concordancia con lo establecido en el Modelo Universitario de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (2010).



## CONTENIDOS

Bloques	Temas
<p>I. CONCEPTOS BÁSICOS</p>	<p><b>1. Termodinámica en biología</b></p> <p>1.1. Sistemas aislado, cerrado y abierto</p> <p>1.2. Variables del sistema: Propiedades Intensivas y extensivas</p> <p>1.3. Termodinámica de las reacciones químicas: reacciones exotérmicas, endotérmicas, exergónicas y endergónicas</p> <p>1.4. Leyes de la termodinámica</p> <p>1.5. Funciones de estado: energía intrínseca, entalpía, entropía y energía libre de Gibbs.</p> <p>1.6. Termodinámica de las reacciones químicas: reacciones exotérmicas, endotérmicas, exergónicas y endergónicas</p> <p>1.7. Reacciones irreversibles, reversibles y de óxido-reducción</p> <p><b>2. La lógica molecular de los sistemas vivos</b></p> <p>2.1. Características de los seres vivos</p> <p>2.2. Los seres vivos como sistemas abiertos en estado estacionario</p> <p>2.3. El ATP como molécula almacenadora de energía</p> <p><b>3. Organización estructural y funcional de la célula</b></p> <p>3.1. Organismos procariotes y eucariotes</p> <p>3.2. Estructura y función de los diferentes organelos</p> <p><b>4. Moléculas biológicas.</b></p> <p><b>5. Agua, electrolitos y sustancias amortiguadoras</b></p> <p>5.1. Propiedades químicas y físicas del agua</p> <p>5.2. Concepto de pH</p> <p>5.3. Ácidos y bases débiles</p> <p>5.4. Soluciones amortiguadoras</p>
<p>II. BIOQUÍMICA BÁSICA</p>	<p><b>1. Carbohidratos</b></p> <p>1.1. Definición</p> <p>1.2. Funciones generales</p> <p>1.3. Clasificación</p> <p>1.4. Estereoisomería</p> <p>1.5. Mutarotación</p> <p>1.6. Derivados de los monosacáridos</p> <p>1.7. Oligosacáridos</p> <p>1.8. Disacáridos</p> <p>1.9. Polisacáridos</p> <p>1.10. Clasificación y funciones</p> <p><b>2. Lípidos</b></p> <p>2.1. Definición</p>

Bloques	Temas
	<p>2.2. Funciones principales</p> <p>2.3. Clasificación y características generales</p> <p>2.4. Ácidos grasos: clasificación y propiedades</p> <p>2.5. Lípidos simples: clasificación y propiedades</p> <p>2.6. Lípidos complejos: clasificación y propiedades</p> <p><b>3. Nucleótidos</b></p> <p>3.1. Estructura básica</p> <p>3.2. Nomenclatura y características generales</p> <p>3.3. Funciones: almacenadores de energía química, cofactores, segundos mensajeros.</p> <p><b>4. Ácidos Nucleicos</b></p> <p>4.1. Características Generales</p> <p>4.2. DNA como almacén de la información genética (experimentos que lo demuestran)</p> <p>4.3. Formas estructurales del DNA: doble hélice</p> <p>4.4. Formas estructurales del RNA: mensajero, ribosomal y de transferencia</p> <p>4.5. Ribozimas</p> <p>4.6. Química de los ácidos nucleicos: desnaturalización, hibridación, transformaciones no enzimáticas y mutación</p> <p><b>5. Aminoácidos</b></p> <p>5.1. Características estructurales</p> <p>5.2. Estereoisómeros</p> <p>5.3. Formas zwitteriónicas y no iónicas</p> <p>5.4. Clasificaciones</p> <p>5.5. Ley de Lambert-Beer (determinaciones basadas en aminoácidos)</p> <p>5.6. Aminoácidos como bases y ácidos</p> <p>5.7. Determinación del punto isoeléctrico</p> <p>5.8. Separación por cromatografía</p> <p>5.9. Reacciones características de aminoácidos</p> <p><b>6. Proteínas</b></p> <p>6.1. Estructura jerárquica de proteínas</p> <p>6.2. Constituyentes</p> <p>6.3. Enlaces peptídicos</p> <p>6.4. Niveles de estructuración</p> <p>6.5. Representaciones gráficas</p> <p>6.6. Estructura secundaria</p> <p>6.7. Estructura supersecundaria (motifs)</p> <p>6.8. Estructura terciaria: dominios estructurales y funcionales</p> <p>6.9. Estructura cuaternaria</p> <p>6.10. Relaciones funcionales y evolutivas</p>

Bloques	Temas
	<p><b>7. Plegamiento y modificación de las proteínas</b></p> <p>7.1. Información para plegamiento 7.2. Chaperonas 7.3. Modificaciones químicas 7.4. Degradación de proteínas 7.5. Anomalías en el plegamiento</p> <p><b>8. Métodos de purificación y caracterización de proteínas</b></p> <p>8.1. Centrifugación 8.2. Extracción 8.3. Electroforesis 8.4. Radioinmunoensayos 8.5. Espectrometría de masas</p>
<p>III. BIOQUÍMICA CELULAR</p>	<p><b>1. Catálisis enzimática</b></p> <p>1.1. Enzimas. Definición 1.2. Poder catalítico 1.3. Especificidad 1.4. Mecanismos de catálisis 1.5. Cinética enzimática 1.6. Ecuación Michaelis y Menten 1.7. Determinación de constantes cinéticas 1.8. Tipos de inhibición 1.9. Cinética de desactivación 1.10. Efecto de pH y temperatura 1.11. Enzimas alostéricas 1.12. Regulación enzimática</p> <p><b>2. Transporte</b></p> <p>2.1. Membrana celular y mecanismos de transporte 2.2. Membrana celular: características químicas y físicas 2.3. Termodinámica del transporte 2.4. Tipos de transporte: Difusión simple, Difusión facilitada, Transporte Activo</p>
<p>IV. METABOLISMO CELULAR</p>	<p><b>1. Generalidades del metabolismo celular</b></p> <p>1.1. Catabolismo y Anabolismo 1.2. Coordinación y dirección de la actividad celular 1.3. Como ocurre el metabolismo 1.4. Definición de catabolismo y anabolismo 1.5. Metabolismo celular lineal, ramificado y cíclico 1.6. Variedad en sistemas enzimáticos que definen rutas catabólicas o anabólicas 1.7. Organismos autótrofos y heterótrofos</p> <p><b>2. Degradación de la glucosa</b></p> <p>2.1. Conversión de glucosa a piruvato</p>

Bloques	Temas
	<p>2.2. Estrategia de glicólisis</p> <p>2.3. Relación con otros caminos metabólicos</p> <p>2.4. Balance de energía</p> <p>2.5. Regulación</p> <p><b>3. Producción de piruvato y acetyl CoA</b></p> <p>3.1. Complejo de piruvato-deshidrogenasa</p> <p>3.2. Coenzimas involucradas en la oxidación de piruvato</p> <p><b>4. Ciclo de Krebs</b></p> <p>4.1. Fases del ciclo</p> <p>4.2. Estequiometría y energética</p> <p>4.3. Regulación de piruvato deshidrogenasa y ciclo de Krebs</p> <p>4.4. Secuencias anapleróticas</p> <p><b>5. Transporte de electrones y fosforilación oxidativa</b></p> <p>5.1. La cadena respiratoria mitocondrial</p> <p>5.2. Cambios de energía durante el flujo de electrones</p> <p>5.3. Síntesis de ATP en mitocondrias. Fosforilación oxidativa</p> <p>5.4. Mecanismos de síntesis de ATP. Hipótesis quimiosmótica</p> <p>5.5. La ATP sintasa</p> <p><b>6. Vía de las pentosas</b></p> <p>6.1. Etapa oxidativa: regeneración de NADPH; conversión de glucosa 6-fosfato en ribulosa 5-fosfato</p> <p>6.2. 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</p> <p><b>7. Gluconeogénesis</b></p> <p>7.1. Reacciones enzimáticas características (puntos de control)</p> <p>7.2. Comparación con las reacciones de la glicólisis y regulación</p> <p>7.3. El ciclo de Cori</p> <p><b>8. Metabolismo del glucógeno</b></p> <p>8.1. Movilización del glucógeno para producir glucosa</p> <p>8.2. Enzimas involucradas en la degradación del glucógeno</p> <p>8.3. Escisión fosforolítica del glucógeno</p> <p>8.4. Regulación de las fosforilasas en el músculo e hígado</p>

Bloques	Temas
	<p>8.5. Regulación de la síntesis del glucógeno por el glucógeno sintasa</p> <p>8.6. Papel de la UDP-glucosa</p> <p>8.7. Regulación recíproca de la degradación y síntesis del glicógeno</p> <p><b>9. Metabolismo de aminoácidos y ciclo de la urea</b></p> <p>9.1. Rutas metabólicas de grupos de aminoácidos</p> <p>9.2. Transporte de aminoácidos</p> <p>9.3. Excreción de nitrógeno y ciclo de la urea</p> <p>9.4. Degradación de aminoácidos</p> <p><b>10. Metabolismo del colesterol</b></p> <p>10.1. Compuestos lipídicos de membranas biológicas</p> <p>10.2. Ruta mevalónica para la síntesis del colesterol</p> <p>10.3. Regulación de la síntesis del colesterol</p> <p>10.4. Propiedades de las lipoproteínas plasmáticas</p> <p>10.5. Hipercolesterolemia y aterosclerosis (estatinas)</p> <p>10.6. Derivados importantes del colesterol (sales biliares, hormonas, vitamina D)</p> <p>10.7. Degradación y biosíntesis de los ácidos grasos</p> <p><b>11. Degradación y biosíntesis de Ácidos grasos</b></p> <p>11.1. Importancia fisiológica de los ácidos grasos</p> <p>11.2. Etapas de la degradación y síntesis de los ácidos grasos</p> <p>11.3. Movilización de los triacilgliceroles para su utilización como combustibles</p> <p>11.4. Vía de la <math>\beta</math>-oxidación</p> <p>11.5. Oxidación de los ácidos grasos en los peroxisomas</p> <p>11.6. Formación de los cuerpos cetónicos</p> <p>11.7. Acción del ácido graso sintetasa</p> <p>11.8. Mecanismos de control del metabolismo de los ácidos grasos</p>
<p><b>V. INTEGRACIÓN METABÓLICA</b></p>	<p><b>1. Integración metabólica</b></p> <p>1.1. Metabolismo en tejidos: hígado, adipositos, músculo y cerebro</p> <p>1.2. Regulación hormonal del metabolismo</p> <p><b>2. Señalización</b></p> <p>1.8. Interacción ligando-receptor</p> <p>1.9. Transducción de señales</p>

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque X)			
Aprendizaje basado en problemas	<input checked="" type="checkbox"/>	Nemotecnia	<input type="checkbox"/>
Estudios de caso	<input type="checkbox"/>	Análisis de textos	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajo colaborativo	<input checked="" type="checkbox"/>	Seminarios	<input type="checkbox"/>
Plenaria	<input checked="" type="checkbox"/>	Debate	<input type="checkbox"/>
Ensayo	<input checked="" type="checkbox"/>	Taller	<input type="checkbox"/>
Mapas conceptuales	<input type="checkbox"/>	Ponencia científica	<input checked="" type="checkbox"/>
Diseño de proyectos	<input type="checkbox"/>	Elaboración de síntesis	<input type="checkbox"/>
Mapa mental	<input type="checkbox"/>	Monografía	<input type="checkbox"/>
Práctica reflexiva	<input type="checkbox"/>	Reporte de lectura	<input type="checkbox"/>
Trípticos	<input type="checkbox"/>	Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	<input checked="" type="checkbox"/>	Experimentación (prácticas)	<input type="checkbox"/>
Debate o Panel	<input type="checkbox"/>	Trabajos de investigación documental	<input checked="" type="checkbox"/>
Lectura comentada	<input checked="" type="checkbox"/>	Anteproyectos de investigación	<input type="checkbox"/>
Seminario de investigación	<input type="checkbox"/>	Discusión guiada	<input checked="" type="checkbox"/>
Estudio de Casos	<input type="checkbox"/>	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	<input type="checkbox"/>
Foro	<input type="checkbox"/>	Actividad focal	<input type="checkbox"/>
Demostraciones	<input type="checkbox"/>	Analogías	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios prácticos (series de problemas)	<input checked="" type="checkbox"/>	Método de proyectos	<input type="checkbox"/>
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	<input checked="" type="checkbox"/>	Actividades generadoras de información previa	<input type="checkbox"/>
Organizadores previos	<input type="checkbox"/>	Exploración de la web	<input checked="" type="checkbox"/>
Archivo	<input type="checkbox"/>	Portafolio de evidencias	<input type="checkbox"/>
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	<input type="checkbox"/>	Enunciado de objetivo o intenciones	<input type="checkbox"/>



Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras):

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios*	Porcentaje
<b>Tipo de Evaluación:</b> Sumativa	
Exámenes parciales que permitan evaluar el razonamiento y pensamiento crítico de los contenidos temáticos	80%
Actividades académicas complementarias (trabajos teóricos/prácticos, exposiciones, ensayos, material audiovisual generado mediante la aplicación de TICs, etc.).	20%
<b>Total</b>	100%

\*Los criterios de evaluación se fundamentan en el Reglamento General de Exámenes de la UAEM. La calificación final de la Unidad de Aprendizaje será el resultado del promedio general obtenido de los exámenes parciales y actividades académicas correspondientes a cada bloque.

### PERFIL DEL PROFESOR

El profesor participante en el curso básico de Bioquímica, deberá ser un profesional capacitado para la formación de recursos humanos en el ambiente educativo. Contar con una formación académica sólida en el área de las Ciencias Bioquímicas, tanto a nivel Licenciatura como Posgrado, además de contar con experiencia docente, profesional y de investigación en el área. Así como la capacidad de seleccionar, organizar y adaptar la información de los contenidos temáticos, para facilitar su comprensión y asimilación por el estudiante.

### REFERENCIAS

#### Básicas:

- Lodish, H.; Berk, A. Kaiser, C.A., Krieger, M., Bretscher, A., Ploegh, H., Amon, A., Scott, M.P. (2016). Biología Celular y Molecular. 7ª edición. Editorial Médica Panamericana.
- Mathews, C.K.; Rolde, KE; Ahem, KG. (2000) Biochemistry. 3a edition. San Francisco. Addison Wesley.
- Morris J.G. (1976). Físicoquímica para Biólogos. Barcelona, Editorial Reverté S.A.
- Nelson, D.L., Cox, M.M. (2013) Lehninger: Principles of Biochemistry. 6ª edition. New York, Worth Edición.
- Stryer, L., Berg, J.M., Tymoczko, T. (2012). Bioquímica clínica 7ª. Ed. Barcelona, Editorial Reverté S.A.

#### Complementarias:

- Artículos seleccionados *ex profeso* relacionados a los temas del curso

**Web:**

- Roche, Biochemical pathways map, <http://biochemical-pathways.com/#/map/1>
- Sociedad Mexicana de Bioquímica, Docencia y material de apoyo, <https://smb.org.mx/docencia-y-material-de-apoyo/>

### BIOTECNOLOGÍA VEGETAL

#### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>Unidad académica:</b> Centro de Investigación en Biotecnología						
<b>Programa educativo:</b> Maestría en Biotecnología						
<b>Unidad de aprendizaje:</b> Biotecnología Vegetal:				<b>Eje de formación:</b> Teórico		
<b>Elaborada por:</b> Dra. Patricia Castillo España, Susana Valencia, Dr. José de Jesús Arellano García, Dra. Irene Perea Arango.				<b>Fecha de elaboración:</b> Febrero 2015		
<b>Actualizada por:</b> Susana Valencia, Dr. José de Jesús Arellano García, Dra. Irene Perea Arango				<b>Fecha de revisión y actualización:</b> Septiembre 2018		
Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales H/T/S	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad:
4	2	78	12	Básico	Obligatorio de elección	Presencial
<b>Programa educativo en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología y Doctorado en ciencia naturales, CEIB-UAEM.						

#### PRESENTACIÓN

La biotecnología vegetal es una disciplina integradora que hace uso de los conocimientos generados en biología vegetal, bioquímica, biología molecular, bioinformática 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.

#### PROPÓSITOS

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 in vitro de tejidos

vegetales e ingeniería genética, 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 metabolitos secundarios.

### COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

#### Competencias genéricas

1. Maneja conceptos actuales de las ciencias básicas que inciden en el campo de la Biotecnología.
2. Maneja de manera crítica la información científica y/o técnica relativa a la Biotecnología, de fuentes especializadas de actualidad.
3. Posee habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada que incidan en la solución de problemas ambientales, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.
4. Posee habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada en el área de la biotecnología, que incidan en la industria, agricultura y salud, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.
5. Aplica herramientas biotecnológicas en el desarrollo y/o innovación de procesos industriales.
6. Transmite conocimientos del ámbito de la biotecnología de forma oral y escrita.
7. Capacidad para incidir en la formación de recursos humanos en el ámbito de la biotecnología en diversos niveles educativos.
8. Capacidad para trabajar en equipo.

#### Competencias específicas

1. Discrimina información útil y confiable en el área de la biotecnología vegetal.
2. Busca, procesa y analiza la información en español e inglés en el área de la biotecnología vegetal.
3. Conoce, entiende y comprende la estructura de las plantas superiores, así como los alcances y desafíos de la biotecnología vegetal.
4. Aplica los conocimientos teóricos y prácticos de la bioestadística en el diseño de experimentos científicos.
5. Investiga, conoce y comprende las técnicas y características del cultivo de tejidos como herramienta básica para la biotecnología vegetal.
6. Conoce, entiende y comprende 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.
7. Demuestra habilidades para proponer, ejecutar e implementar soluciones innovadoras a problemas relacionados con la biotecnología.
8. Conoce las normas de seguridad en el manejo de organismos modificados genéticamente en la realización de actividades en el laboratorio o invernadero.
9. Valora de forma crítica y responsable los riesgos y beneficios de la aplicación de la biotecnología vegetal en la resolución de problemas a partir de métodos establecidos.

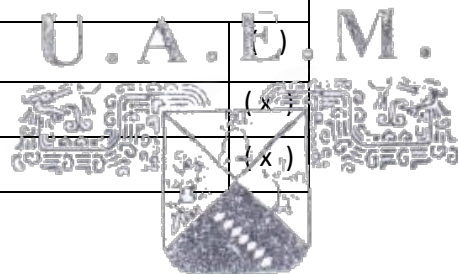
### CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. INTRODUCCIÓN Y ARQUITECTURA DE LAS PLANTAS SUPERIORES	<p>1.1. Arquitectura de las plantas superiores. Tejidos adultos y tejidos embrionarios (meristemas).</p> <p>1.2. Formación del embrión</p> <p>1.3. El embrión maduro y la semilla</p> <p>1.4. Germinación de la semilla</p>
2. DISEÑO EXPERIMENTAL EN CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES	<p>2.1. Elementos del diseño experimental</p> <p>2.2. Diseños experimentales comunes en la Biotecnología Vegetal.</p>
3. CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES: LA MANIPULACIÓN DEL DESARROLLO DE LA PLANTA	<p>3.1. Fundamentos de las herramientas empleadas en el cultivo de células y tejidos vegetales (CCTV).</p> <p>3.2. Rasgos distintivos de las células vegetales. Totipotencialidad, diferenciación, dediferenciación.</p> <p>3.3. Hormonas Vegetales (Reguladores de crecimiento) y transducción de señales: Auxinas, Citocininas, Giberelinas, Ácido Abscísico, Brasinoesteroides y etileno.</p> <p>3.4. Transducción de señales hormonales.</p> <p>3.5. Ruta de Señalización de las Auxinas y Giberelinas.</p> <p>3.6. Ruta de Señalización de las Citocininas y Etileno.</p>
4. MÉTODOS DE REGENERACIÓN DE PLANTAS IN VITRO	<p>4.1. Organogénesis</p> <p>4.2. Organogénesis Indirecta</p> <p>4.3. Organogénesis Directa</p> <p>4.4. Embriogénesis Somática</p>
5. ANORMALIDADES FISIOLÓGICAS Y ESTABLECIMIENTO DE PLANTULAS EX VITRO	<p>5.1. Fisiología de las plántulas in vitro.</p> <p>5.2. Variación somaclonal y marcadores moleculares.</p> <p>5.3. Condiciones de aclimatación.</p> <p>5.4. Propiedades de los sustratos.</p>
6. CULTIVO DE TEJIDO DE CALLOS Y SUSPENSIONES CELULARES	<p>6.1. Cultivo de Callos</p> <p>6.2. Cultivo de Células en Suspensión</p> <p>6.3. Viabilidad celular, crecimiento, consumo de nutrientes, morfología celular y determinación de biomasa.</p> <p>6.4. Cinéticas de crecimiento. Determinación de parámetros cinéticos: velocidad específica de crecimiento, velocidad de consumo de nutrientes, tiempo de duplicación, rendimientos, productividad.</p>

Bloques	Temas
7. BIOREACTORES Y ESCALAMIENTO DE CULTIVOS VEGETALES	
8. INGENIERÍA GENÉTICA	<p>8.1. Genoma vegetal: organización y expresión de los genes en plantas DNA, cromatina, estructura del cromosoma, tamaño y organización del genoma.</p> <p>8.2. Estructura del gen y expresión de proteínas en eucariotes.</p> <p>8.3. Regulación de la expresión génica.</p> <p>8.4. Promotores de expresión en plantas.</p> <p>8.4. Vectores para la transformación genética de plantas.</p> <p>8.5. Métodos de transformación vegetal y edición de genomas.</p> <p>8.6. Agrobacterium (Plásmidos Ti y Ri).</p> <p>8.7. Métodos de transformación directa y la tecnología Crisps/Cas9.</p> <p>8.8. Técnicas de Detección y Caracterización de Plantas Genéticamente Modificadas.</p> <p>8.9. Identificación de genes asociados con rasgos deseables (mapas génicos, QTLs, tiling, omics, edición de genomas, etc.).</p> <p>8.10. Aplicación de la biotecnología vegetal.</p> <p>8.11. En la agricultura (incremento de la calidad y productividad; tolerancia a herbicidas, plagas, virus, estrés, etc.).</p> <p>8.12. “Molecular pharming” (agricultura molecular).</p>
9. REGULACIÓN Y BIOSEGURIDAD	<p>9.1. Convenio sobre la diversidad biológica. Protocolo de Cartagena</p> <p>9.2. Reglamento de la ley de bioseguridad de los OGM.</p> <p>9.3. Norma Oficial Mexicana.</p>

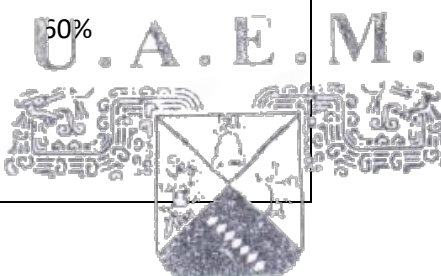
*ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE*

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque X)		
Aprendizaje basado en problemas	( x )	Nemotecnia
Estudios de caso	( x )	Análisis de textos
Trabajo colaborativo	( x )	Seminarios



Plenaria	( x )	Debate	( x )
Ensayo	( x )	Taller	( x )
Mapas conceptuales	( )	Ponencia científica	( x )
Diseño de proyectos	( x )	Elaboración de síntesis	( )
Mapa mental	( )	Monografía	( )
Práctica reflexiva	( x )	Reporte de lectura	( x )
Trípticos	( )	Exposición oral	( x )
Otros			
<b>Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)</b>			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	( x )	Experimentación (prácticas)	( x )
Debate o Panel	( x )	Trabajos de investigación documental	( x )
Lectura comentada	( x )	Anteproyectos de investigación	( x )
Seminario de investigación	( x )	Discusión guiada	( x )
Estudio de Casos	( x )	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	( x )
Foro	( x )	Actividad focal	( x )
Demostraciones	( x )	Analogías	( x )
Ejercicios prácticos (series de problemas)	( x )	Método de proyectos	( x )
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	( x )	Actividades generadoras de información previa	( x )
Organizadores previos	( )	Exploración de la web	( x )
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( x )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( x )	Enunciado de objetivo o intenciones	( )
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras):			

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
<p><b>Evaluación del Conocimiento:</b> determina si el alumno posee competencias genéricas y específicas de la unidad de aprendizaje relacionadas con la adquisición del conocimiento.</p> <p>Productos o evidencias: Examen escrito (evalúa el razonamiento y pensamiento crítico), y presentación de</p>	<p>50%</p> 

<p>ponencias (Contenido, estructura, pertinencia, coherencia, lenguaje, redacción y ortografía).</p> <p><b>Evaluación del desempeño:</b> se implementan instrumentos de evaluación que identifican o determinan los conocimientos, destrezas, habilidades y actitudes del alumno en relación a una determinada competencia.</p> <p>Productos o evidencias: prácticas de laboratorio, talleres, redacción de ensayos y proyectos (contenido, estructura, pertinencia, coherencia, redacción y ortografía).</p>	40%
<b>Total</b>	100 %

### PERFIL DEL PROFESOR

Grado de Doctor en Ciencias Naturales, con experiencia demostrada a través de publicaciones dentro del ámbito de la Biotecnología Vegetal. El profesor participante en el curso, deberá ser un profesional capacitado para la formación de recursos humanos en el ambiente educativo. Además de contar con la capacidad de seleccionar, organizar y adaptar la información de los contenidos temáticos, para facilitar su comprensión y asimilación por el estudiante.

### REFERENCIAS

#### Básicas:

1. Bahadur, B., Rajam, M. V., Sahijram, L., & Krishnamurthy, K. V. (Eds.). (2015). Plant Biology and Biotechnology: Volume I: Plant Diversity, Organization, Function and Improvement. Springer.
2. Plant Physiology By Lincoln Taiz and Eduardo Zeiger. Publisher Sinauer Associates, Inc.; Fifth edition (May 31, 2010).
3. Plant Propagation by Tissue Culture. E.F. George *et al.* (eds) 3<sup>rd</sup>. edition Springer, Dordrecht, The Neatherlands. 2008 .
4. Plant Biotechnology: The Genetic Manipulation of Plants by Adrian Slater, Nigel W.Scott, and Mark R. Fowler. Oxford University Press, USA; 2edition (June 2, 2008).

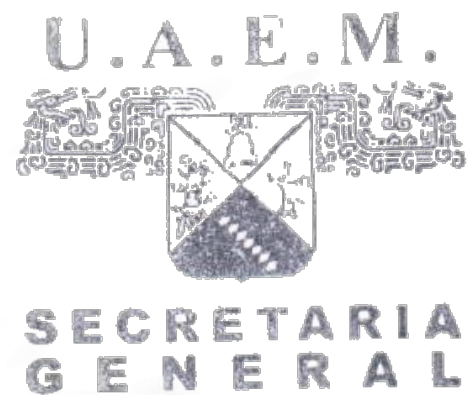
#### Complementarias:

1. 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).
2. Genetic Modification of Plants: Methods and Applications by Edwin B. Herman, Editor, Agricell Report. (April, 2009).

**Web:**<http://www.routetevies.fr/medias/files/1-plant-biotechprinciples-techniques-and-applications1.pdf>



# Maestría en Biotecnología





## MICROBIOLOGÍA

### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>Unidad académica:</b> Centro de Investigación en Biotecnología						
<b>Programa educativo:</b> Maestría en Biotecnología						
<b>Unidad de aprendizaje:</b> Microbiología				<b>Eje de formación:</b> Teórico		
<b>Elaborada por:</b> Dra. Elba Cristina Villegas Villarreal				<b>Fecha de elaboración:</b> noviembre de 2012		
<b>Actualizada por:</b> Dr. Alexis J. Rodríguez Solís				<b>Fecha de revisión y actualización:</b> septiembre de 2018		
Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales:	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje:	Modalidad:
4	2	78	12	Básica	Obligatorio de elección	Presencial
<b>Programas educativos en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología y Doctorado en Ciencias Naturales, área terminal Biotecnología (CEIB-UAEM).						

### 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, suelo), industrial (alimentos, bebidas fermentadas, médica) y agrícola (control biológico de plagas, biofertilizantes, promotores de crecimiento).

### PROPÓSITO

Dotar al estudiante con conocimientos básicos y técnicos 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, utilizando medios de cultivo selectivos y diferenciales basados en el reconocimiento de reacciones bioquímicas, técnicas moleculares que puedan aplicarse en áreas de la biotecnología ambiental, salud industrial y agrícola.

## COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

<b>Competencias genéricas*</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónomo</li><li>• Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo</li><li>• Capacidad crítica y autocrítica</li><li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li><li>• Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente</li><li>• Capacidad para la investigación</li><li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li><li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información</li><li>• Habilidad para el trabajo colaborativo</li><li>• Habilidad para el trabajo autónomo</li><li>• Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión</li></ul>
<b>Competencias específicas</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Analiza la estructura, origen y evolución de los microorganismos para comprender su importancia en ambiental y biotecnológica.</li><li>• Maneja conceptos actuales de las ciencias básicas que inciden en el campo de la Biotecnología.</li><li>• Maneja de manera crítica la información científica y/o técnica relativa a la biotecnología, de fuentes especializadas de actualidad.</li><li>• Desarrolla habilidades de investigación básica y aplicada que inciden en la solución de problemas ambientales, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.</li><li>• Desarrolla habilidades de investigación básica y aplicada en el área de productos naturales, que inciden en la industria, la agricultura y salud con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.</li><li>• Aplica herramientas biotecnológicas en el desarrollo y/o innovación de procesos industriales.</li><li>• Transmite conocimientos del ámbito de la biotecnología de forma oral y escrita.</li><li>• Desarrolla la capacidad para incidir en la formación de recursos humanos en el ámbito de la biotecnología en diversos niveles educativos.</li></ul>

\*Las competencias genéricas están en concordancia con lo establecido en el Modelo Universitario de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (2010).

## CONTENIDOS

Bloques	Temas
<p><b>1. MICROBIOLOGÍA: CONCEPTO Y DESARROLLO HISTÓRICO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.1. Teorías del origen de la vida</li> <li>1.2. Concepto de microbiología</li> <li>1.3. Importancia de los microorganismos. Archaea, Bacteria: Bacillaceae y Cocáceas y Eucarya: Protozoarios, Hongos y Levaduras.</li> <li>1.4. Historia de la microbiología y áreas afines</li> <li>1.5. Taxonomía y sistemática.</li> <li>1.6. Compilaciones de sistemática de procariotas: El "Bergey's Manual".</li> <li>1.7. Principales características utilizadas en clasificación e identificación.</li> <li>1.8. Importancia de la microbiología y su relación con otras ciencias biológicas.</li> <li>1.9. Dominios: Archaea, Bacteria: Bacillaceae y Cocáceas y Eucarya: Protozoarios, Hongos y Levaduras.</li> </ul>
<p><b>2. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.1. Bacterias y Cianobacterias</li> <li>2.2. Criterios de clasificación               <ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.1. Clasificación de Whitaker</li> <li>2.2.2. Clasificación Metabólica</li> <li>2.2.3. Morfología al microscopio y de colonia en agar</li> <li>2.2.4. Tinciones de Gram, esporas, capsula, etc.</li> <li>2.2.5. Identificación de bacilos, cocos, espiroquetas, estructuras amorfas</li> <li>2.2.6. Principales grupos bacterianos</li> <li>2.2.7. Bactericinas, cianotoxinas y otras toxinas</li> <li>2.2.8. Importancia ambiental, sanitaria, alimenticia, agrícola</li> </ul> </li> <li>2.3 Estructuras bacterianas               <ul style="list-style-type: none"> <li>2.3.1 Identificación de pared celular</li> <li>2.3.2 Peptidoglicano</li> <li>2.3.3 Membrana de fosfolipidos</li> <li>2.3.4 Ribosomas</li> <li>2.3.5 DNA, plásmidos</li> <li>2.3.6 Vesículas</li> <li>2.3.7 Flagelo</li> <li>2.3.8 Fimbria</li> <li>2.3.9 Pili</li> </ul> </li> </ul>

Bloques	Temas
	2.3.10 Cápsula 2.3.11 Antígenos 2.3.12 Esporas
<b>3. METABOLISMO Y CRECIMIENTO</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 <ul style="list-style-type: none"> <li>3.5.1. Medición del crecimiento</li> <li>3.5.2. Biomasa</li> <li>3.5.3. Unidades formadoras de colonia</li> <li>3.5.4. Absorbancia</li> <li>3.5.5. Proteína total</li> </ul> 3.6. Efecto de los factores ambientales sobre el crecimiento <ul style="list-style-type: none"> <li>3.6.1. Efecto de la temperatura</li> <li>3.6.2. Efecto del pH</li> <li>3.6.3. Efecto del oxígeno o condiciones anaerobias</li> </ul> 3.7 Metabolitos primarios y secundarios <ul style="list-style-type: none"> <li>3.7.1 Enzimas</li> <li>3.7.2 Bactericidas. antibióticos, fungicidas</li> <li>3.7.3 Pigmentos</li> <li>3.7.4 Esporas</li> <li>3.7.5 Toxinas</li> </ul> 3.8 Acción de los agentes químicos sobre los microorganismos <ul style="list-style-type: none"> <li>3.8.1 Antibióticos</li> <li>3.8.2 Fungicidas</li> <li>3.8.3 Otros agentes: Plata coloidal, Iodo, Cromo, Alcohol, Fenol, radiaciones UV, etc.</li> <li>3.8.4 Catabolismo y anabolismo</li> <li>3.8.5 Fosforilación</li> <li>3.8.6 Catabolismo de carbohidratos</li> <li>3.8.7 Respiración aerobia y anaerobia</li> <li>3.8.8 Fermentación</li> <li>3.8.9 Quimiósmosis</li> </ul> 3.9 Fotosíntesis Conjugación Plásmidos Transducción
<b>4. TÉCNICAS MICROBIOLÓGICAS</b>	4.1 Técnica de siembra 4.2 Pruebas bioquímicas

Bloques	Temas
	4.3 Antibiograma y Mínima Concentración Inhibitoria (MIC) 4.4 Sistemas de identificación bacteriano CHROMOagar, Api, etc. 4.5 Técnicas inmunológicas 4.6 Técnicas de biología molecular

## ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas			
Aprendizaje basado en problemas	<input checked="" type="checkbox"/>	Nemotecnia	<input type="checkbox"/>
Estudios de caso	<input type="checkbox"/>	Análisis de textos	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajo colaborativo	<input checked="" type="checkbox"/>	Seminarios	<input type="checkbox"/>
Plenaria	<input checked="" type="checkbox"/>	Debate	<input type="checkbox"/>
Ensayo	<input checked="" type="checkbox"/>	Taller	<input type="checkbox"/>
Mapas conceptuales	<input type="checkbox"/>	Ponencia científica	<input checked="" type="checkbox"/>
Diseño de proyectos	<input type="checkbox"/>	Elaboración de síntesis	<input type="checkbox"/>
Mapa mental	<input type="checkbox"/>	Monografía	<input type="checkbox"/>
Práctica reflexiva	<input type="checkbox"/>	Reporte de lectura	<input type="checkbox"/>
Trípticos	<input type="checkbox"/>	Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	<input checked="" type="checkbox"/>	Experimentación (prácticas)	<input type="checkbox"/>
Debate o Panel	<input type="checkbox"/>	Trabajos de investigación documental	<input checked="" type="checkbox"/>
Lectura comentada	<input checked="" type="checkbox"/>	Anteproyectos de investigación	<input type="checkbox"/>
Seminario de investigación	<input type="checkbox"/>	Discusión guiada	<input checked="" type="checkbox"/>
Estudio de Casos	<input type="checkbox"/>	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	<input type="checkbox"/>
Foro	<input type="checkbox"/>	Actividad focal	<input type="checkbox"/>
Demostraciones	<input type="checkbox"/>	Analogías	<input checked="" type="checkbox"/>

Ejercicios prácticos (series de problemas)	( x )	Método de proyectos	( )
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	( x )	Actividades generadoras de información previa	( )
Organizadores previos	( )	Exploración de la web	( x )
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( )	Enunciado de objetivo o intenciones	( )
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras):			

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios*	Porcentaje
<b>Tipo de Evaluación:</b> Sumativa	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Exámenes parciales que permitan evaluar el razonamiento y pensamiento crítico de los contenidos temáticos.</li> </ul>	80%
<ul style="list-style-type: none"> <li>Actividades académicas complementarias (trabajos teóricos/prácticos, exposiciones, ensayos, material audiovisual generado mediante la aplicación de TICs, etc.).</li> </ul>	20%
<b>Total</b>	100%

\*Los criterios de evaluación se fundamentan en el Reglamento General de Exámenes de la UAEM. La calificación final de la Unidad de Aprendizaje será el resultado del promedio general obtenido de los exámenes parciales y actividades académicas correspondientes a cada bloque.

### PERFIL DEL PROFESOR

El profesor participante en el curso básico de Microbiología, deberá ser un profesional capacitado para la formación de recursos humanos en el ambiente educativo. Contar con una formación académica sólida en el área de la Microbiología y sus técnicas, tanto a nivel Licenciatura como Posgrado, además de contar con experiencia docente, profesional y de investigación en el área. Así como la capacidad de seleccionar, organizar y adaptar la información de los contenidos temáticos, para facilitar su comprensión y asimilación por el estudiante.

### REFERENCIAS

#### Básicas:

- Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 2ª Ed. Springer. New York.

- Cappuccino, J.G., Sherman, N. (2002). Microbiology: a laboratory manual—the Benjamin/Cummings Publishing Company Inc.
- Kango, N. (2010). Textbook of Microbiology. I. K. International Publishing House, Pvt Ltd.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., Dunlap, P.V., Clark, D.P. (2009). Brock, Biología de los microorganismos 12ª Ed. Pearson-Addison, Wesley

**Complementarias:**

- Artículos seleccionados *ex profeso* relacionados a los temas del curso

**Web:**

- Microbiology online, <https://microbiologyonline.org/>
- MicroBio, <https://www.youtube.com/playlist?list=PLmspiCacv9ZfeEYHOEIk0sCJyAtUQkED3>

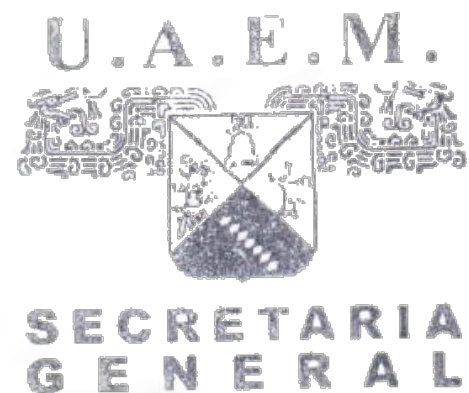


## Maestría en Biotecnología



## ANEXO IV

### TÓPICOS SELECTOS





## ECOLOGÍA QUÍMICA DE PLANTAS

### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>Unidad académica:</b> Centro de Investigación en Biotecnología						
<b>Programa educativo:</b> Maestría en Biotecnología						
<b>Unidad de aprendizaje:</b> Ecología química de plantas				<b>Eje de formación:</b> Investigación		
<b>Elaborada y Actualizada por:</b> Dra. Susana Valencia Díaz				<b>Fecha de elaboración:</b> Julio 2016 <b>Fecha de revisión y actualización:</b> Septiembre 2018		
Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
4	NA	54	6	Teórico	Tópico Selecto	Presencial
<b>Programa educativo en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología						

### PRESENTACIÓN

Las interacciones biológicas pueden estar mediadas químicamente por aleloquímicos que son liberados al ambiente. En este curso se pone especial énfasis a las interacciones químicas planta-planta, planta-insecto y planta-factores abióticos. Se analiza como la defensa vegetal es un eje común en todas las interacciones mencionadas. Además, se introduce al estudiante al conocimiento de la comunicación entre plantas (alelopatía, comunicación por volátiles). Se explora como las interacciones químicas de las plantas-otros organismos repercuten no sólo a nivel fisiológico sino en los diferentes niveles de organización biológica (poblaciones, comunidades y ecosistemas). Finalmente se enfatiza en cómo las interacciones químicas no solo pueden ser exploradas desde una perspectiva ecológica, sino que tienen aplicaciones en la biotecnología (i. e. bioplaguicidas).

### PROPÓSITOS

Que el estudiante de Ecología Química de Plantas conozca el sentido y los mecanismos que median las interacciones de las plantas con otros organismos, además de que integre y relacione este conocimiento con su formación dentro de la Maestría en Biotecnología.

### COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

<b>Competencias genéricas</b>	
1	Analizar literatura especializada clásica y actual dentro del área de Ecología Química de Plantas.
2	Identificar a la Ecología Química como una ciencia multidisciplinaria y no ajena a su ámbito de desarrollo.
3	Tener la capacidad de extrapolar los conocimientos adquiridos a áreas biotecnológicas y/o agrícolas.
<b>Competencias específicas</b>	
1.	Extender el conocimiento adquirido a su tema de investigación.
2.	Desarrollar capacidad de diseñar experimentos relacionados con la Ecología Química y darles un enfoque integrativo con la Biotecnología.

## CONTENIDOS

<b>Bloques</b>	<b>Temas</b>
<b>1. ELEMENTOS BÁSICOS DEL METABOLISMO SECUNDARIO</b>	1.1 Fotosíntesis y metabolismo de los carbohidratos. 1.2 Metabolitos secundarios y su clasificación química. 1.3 Factores extrínsecos e intrínsecos que afectan la producción de metabolitos secundarios producidos por las plantas. 1.4 Mecanismos de liberación de metabolitos secundarios (volatilización, lixiviación, exudación, descomposición).
<b>2. DEFENSA VEGETAL</b>	2.1 Defensas constitutivas 2.2 Defensas inducidas 2.3 Defensas directas 2.4 Defensas indirectas 2.5 Teoría de la defensa vegetal.
<b>3. INTERACCIONES QUÍMICAS DE LAS PLANTAS CON OTROS ORGANISMOS</b>	3.1 Interacciones planta-insecto mediadas químicamente (estudios de caso). 3.2 Interacciones planta-planta mediadas químicamente (alelopatía). 3.3 Mecanismos alelopáticos en la dinámica poblacional de plantas invasoras. 3.4 La diversidad de plantas en función de la diversidad de alelopáticos.

Bloques	Temas
4. Aplicaciones de la alelopatía en la agrobiotecnología	<p>3.5 Los alelopáticos como dirigentes del recambio de especies.</p> <p>3.6 Interacción entre mecanismos de comunicación química entre plantas y factores ambientales.</p> <p>    3.6.1. Bases ecológicas para la obtención de productos naturales</p> <p>    3.6.2. Kairomonas como atrayentes</p> <p>4.3 Herbicidas derivados de componentes activos de las plantas</p> <p>4.4 Rotación de cultivos</p> <p>4.5 Cercas vivas</p> <p>4.6 Cultivos alelopáticos</p>

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas			
Aprendizaje basado en problemas	( )	Nemotecnia	( )
Estudios de caso	(X)	Análisis de textos	(X)
Trabajo colaborativo	( )	Seminarios	( )
Plenaria	( )	Debate	( )
Ensayo	(X)	Taller	( )
Mapas conceptuales	( )	Ponencia científica	(X)
Diseño de proyectos	(X)	Elaboración de síntesis	( )
Mapa mental	( )	Monografía	( )
Práctica reflexiva	( )	Reporte de lectura	(X)
Tripticos	( )	Exposición oral	(X)
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	(X)	Experimentación (prácticas)	( )

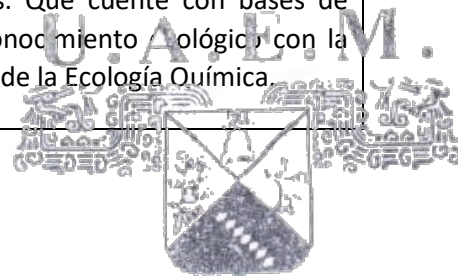
Debate o Panel	( )	Trabajos de investigación documental	( )
Lectura comentada	(X)	Anteproyectos de investigación	(X)
Seminario de investigación	( )	Discusión guiada	(X)
Estudio de Casos	(X)	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	(X)
Foro	( )	Actividad focal	( )
Demostraciones	( )	Analogías	( )
Ejercicios prácticos (series de problemas)	( )	Método de proyectos	( )
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	( )	Actividades generadoras de información previa	( )
Organizadores previos	( )	Exploración de la web	(X)
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( )	Enunciado de objetivo o intenciones	( )
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras):			

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Exámenes parciales que permitan evaluar el razonamiento y pensamiento crítico de los contenidos temáticos.	60 %
Actividades académicas complementarias (trabajos teóricos/prácticos, exposiciones, ensayos, análisis de artículos científicos, material audiovisual generado mediante la aplicación de TICs, etc.).	40%
<b>Total</b>	<b>100 %</b>

### PERFIL DEL PROFESOR

Doctor en Ciencias, con especialidad en las interacciones ecológicas mediadas químicamente que las plantas guardan con otros organismos y con factores abióticos. Que cuente con bases de ecofisiología vegetal y que tenga la capacidad para relacionar el conocimiento ecológico con la Biotecnología. Que demuestre tener publicaciones dentro del ámbito de la Ecología Química.



### REFERENCIAS

#### **Básica:**

- Anaya A. L. 2007. Allelopathy as a tool in the management of biotic resources in agroecosystems. *Critical Reviews in Plant Sciences* 18: 697-739.
- Anaya A. L., Espinosa-García F. y Cruz-Ortega R. 2001. Relaciones químicas entre organismos: aspectos básicos y perspectivas de su aplicación. Plaza y Valdez. México.
- Leicach S.R. 2006. Alelopatía. Interacciones químicas en la comunicación y defensa de plantas. Buenos Aires, Argentina, 208 pág
- Reigosa M. J., Pedrol N. y González L. 2006. Allelopathy: A physiological process with ecological implications. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Iason GR, Dicke M. Hartley S. 2012. The ecology of plant secondary metabolites. From genes to global processes. Cambridge. USA.
- Macias FA, Galindo JCG, Molinillo JMG, Cutler HG. 2000. Allelopathy: Chemistry and mode of Action of Allelochemicals.
- Baluska F, Ninkovic (Ed.) 2010. Plant Communication from an Ecological Perspective. Springer Dordrecht.
- Blum U. 2014. Plant-Plant Allelopathy Interactions I y II. Springer, Dordrecht.

LGAC: BIOTECNOLOGÍA APLICADA AL AMBIENTE

**Biotecnología y toxicología Ambiental**

*IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE*

<b>Unidad académica:</b> Centro de Investigación en Biotecnología						
<b>Programa educativo:</b> Maestría en Biotecnología						
<b>Unidad de aprendizaje:</b> Biotecnología y toxicología Ambiental				<b>Eje de formación:</b> Teórico		
<b>Elaborada por:</b> Dra. María del Refugio Trejo Hernández				<b>Fecha de elaboración:</b> octubre 2016		
<b>Actualizada por:</b>				<b>Fecha de revisión y actualización:</b> Septiembre 2018		
Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
4	NA	54	6	Teórico	Tópico Selecto	Presencial
<b>Programa (s) educativo (s) en los que se imparte:</b> CEIB-UAEM						

*PRESENTACIÓN*

Proporcionar al alumno los conceptos necesarios para comprender la utilidad de los sistemas biológicos en los procesos biotecnológicos, aplicados para la resolución de problemas ambientales y sus efectos toxicológicos.

*PROPÓSITOS*

Comprender las bases de la ecofisiología microbiana, sus consecuencias y aplicaciones en los procesos de biodeterioro de materiales y, biorremediación.  
Conocer y analizar, de manera crítica, las distintas alternativas biotecnológicas de tratamiento de aguas y residuos sólidos, así como la valorización energética de estos procesos.

*COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO*

Competencias genéricas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>• Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo.</li> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>• Habilidades para el uso de la tecnología de la información y de la comunicación aplicada a la investigación.</li> <li>• Capacidad para la investigación.</li> </ul>



- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad para formular y gestionar proyectos.
- Capacidad para tomar decisiones.
- Capacidad para aplicar conocimientos en la práctica

### Competencias específicas

1. Capacidad para comunicarse en un segundo idioma.
2. Se familiariza con conceptos teóricos de la microbiología
3. Comprende la importancia de la existencia de diferentes tipos de microorganismos. Busca herramientas y metodologías para poder analizar y caracterizar los microorganismos.
4. Conoce las aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos extremófilos.
5. Maneja de manera crítica la información científica y/o técnica relativa al área, de fuentes especializadas de actualidad

### CONTENIDOS

#### Bloques

1. Ciclos biogeoquímicos. Características ecofisiológicas microbianas. Interacciones.
2. Biodeterioro de materiales. Biodegradación.
3. Biorremediación de la contaminación por compuestos xenobióticos e hidrocarburos.
4. Biorremediación de la contaminación por metales pesados.
5. Depuración de aguas residuales. Eliminación avanzada de nutrientes.
6. Potabilización de aguas.
7. Tratamiento y valorización de residuos sólidos. Cogeneración de energía.
8. Sistemas microbianos para la detección y evaluación de la contaminación.
9. Biotecnología ambiental y desarrollo sostenible. Bioplásticos. Fertilizantes e insecticidas de origen microbiano. Biosurfactantes.
10. Obtención y liberación de microorganismos modificados genéticamente al medio ambiente
11. Toxicidad de compuestos xenobióticos. Ecotoxicología

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas			
Aprendizaje basado en problemas	( x )	Nemotecnia	( )
Estudios de caso	( x )	Análisis de textos	( x )
Trabajo colaborativo	( x )	Seminarios	( x )
Plenaria	( x )	Debate	( x )
Ensayo	( x )	Taller	( x )
Mapas conceptuales	( )	Ponencia científica	( x )

Diseño de proyectos	( )	Elaboración de síntesis	( )
Mapa mental	( )	Monografía	( )
Práctica reflexiva	( x )	Reporte de lectura	( )
Trípticos	( )	Exposición oral	( x )
Otros			
<b>Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)</b>			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	( x )	Experimentación (prácticas)	( )
Debate o Panel	( x )	Trabajos de investigación documental	( )
Lectura comentada	( x )	Anteproyectos de investigación	( x )
Seminario de investigación	( x )	Discusión guiada	( x )
Estudio de Casos	( x )	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	( )
Foro	( x )	Actividad focal	( )
Demostraciones	( x )	Analogías	( x )
Ejercicios prácticos (series de problemas)	( )	Método de proyectos	( x )
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	( x )	Actividades generadoras de información previa	( x )
Organizadores previos	( )	Exploración de la web	( x )
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( x )	Enunciado de objetivo o intenciones	( x )

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Exámenes parciales que permitan evaluar el razonamiento y pensamiento crítico de los contenidos temáticos.	60%
Actividades académicas complementarias (trabajos teóricos/prácticos, exposiciones, ensayos, análisis de artículos científicos, material audiovisual generado mediante la aplicación de TICs, etc.).	40%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

PERFIL DEL PROFESOR



Doctor en Ciencias, con especialidad en ecotoxicología. Que cuente con bases de biotecnología y que tenga la capacidad para relacionar el conocimiento ecológico con la Biotecnología. Que demuestre tener publicaciones dentro del ámbito de la asignatura.

### REFERENCIAS

#### Básicas:

- Britton, G. (ed.): "*Encyclopedia on Environmental Microbiology*", John Wiley & Sons, 2002
- Crawford, R. y Crawford, D.L.: "*Bioremediation: Principles and applications*". Cambridge University Press, 2005.
- Gerardi, M.H.: "*Wastewater bacteria*". Wiley-Interscience, 2006.
- Glazer, A.N. y Nikaido, H.: "*Microbial biotechnology: Fundamentals of applied Microbiology*", Cambridge University Press, 2007.
- Hurst, C.J. (ed.): "*Manual of Environmental Microbiology*", ASM Press, 2002.
- Jördering, H.-J. y Winter, J.: "*Environmental Microbiology, Concepts and applications*", Wiley-VCH, 2006.
- Madsen, E.L.: "*Environmental Microbiology*", Blackwell Sci. Publ., 2008.
- Newman, M.C. y Unger, M.A.: "*Fundamentals of Ecotoxicology*", CRC Press, 2010. Talley, J.W. (ed.): "*Bioremediation of recalcitrant compounds*". Taylor & Francis, 2006.
- Allsopp, D.: "*Introducción al biodeterioro*", Ed. Acribia, 2008.
- Atlas, R.M. y Philips, A.J.: "*Bioremediation: Applied Microbial solutions for a real world environment cleanup*", ASM Press, 2005.

## ECOTOXICOLOGÍA GENÉTICA

### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

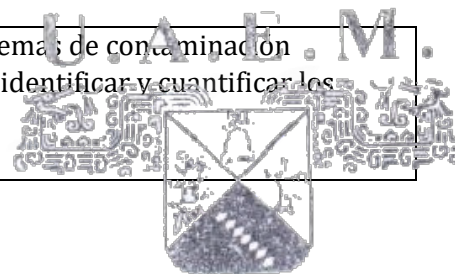
<b>Unidad académica:</b> Centro de Investigación en Biotecnología						
<b>Programa educativo:</b> Maestría en Biotecnología						
<b>Unidad de aprendizaje:</b> Optativa Ecotoxicología Genética				<b>Eje de formación:</b> Teórico		
<b>Elaborada por:</b> Dra. Patricia Mussali Galante				<b>Fecha de elaboración:</b> 2015-2		
<b>Actualizada por:</b> Dra. Patricia Mussali Galante				<b>Fecha de revisión y actualización:</b> Septiembre 2018		
Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje:	Modalidad
6 hrs/semana		6 hrs/semana	6	Optativa	Optativa	Presencial
<b>Programa (s) educativo (s) en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología Doctorado en Ciencias Naturales						

### PRESENTACIÓN

La ecotoxicología estudia los efectos adversos de las sustancias xenobióticas sobre los diferentes niveles de organización biológica. Es decir, su ingreso, presencia, transporte, destino y eliminación. Este curso pretende concientizar al alumno sobre el efecto que tienen los contaminantes ambientales desde los genes hasta los ecosistemas, así como aprender las metodologías más utilizadas para evaluar los efectos de los xenobióticos. Por último, el alumno adquirirá un conocimiento multidisciplinario con una visión crítica.

### PROPÓSITOS

Se busca formar especialistas con una visión crítica e integradora sobre problemas de contaminación ambiental que afectan todos los niveles de organización biológica, capaces de identificar y cuantificar los efectos de la contaminación y proponer soluciones al respecto.



### COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

<b>Competencias genéricas</b>
El alumno adquirirá la capacidad de indagar y procesar información, así como formular estrategias metodológicas para la evaluación de los efectos de la contaminación ambiental de origen antropogénico. Asimismo, comprenderá que la ecotoxicología es una de las pocas disciplinas científicas que puede ser básica y aplicada a la vez. Por último, este curso se adhiere a la visión y misión de la maestría a la cual pertenece.
<b>Competencias específicas</b>
El alumno adquirirá un conocimiento integrativo y multidisciplinario con una visión crítica, que le brinde un bagaje teórico práctico para resolver problemas de contaminación ambientales en diferentes niveles de organización biológica. Asimismo, el alumno adquirirá las herramientas necesarias para resolver problemas de contaminación ambiental.

### CONTENIDOS

<b>Bloques</b>	<b>Temas</b>
UNIDAD 1	Principios generales de la ecotoxicología
UNIDAD 2	Caracterización de tóxicos ambientales
UNIDAD 3	Genotoxicidad y biomarcadores
UNIDAD 4	Biomarcadores en cada nivel de organización biológica
UNIDAD 5	Estrategias y soluciones para problemas de contaminación ambiental

*ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE*

<b>Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque X)</b>			
Aprendizaje basado en problemas	( X )	Nemotecnia	( )
Estudios de caso	( X )	Análisis de textos	( X )
Trabajo colaborativo	( )	Seminarios	( X )
Plenaria	( )	Debate	( X )
Ensayo	( X )	Taller	( )
Mapas conceptuales	( )	Ponencia científica	( X )
Diseño de proyectos	( X )	Elaboración de síntesis	( )
Mapa mental	( )	Monografía	( )
Práctica reflexiva	( X )	Reporte de lectura	( X )
Trípticos	( )	Exposición oral	( X )
Otros			
<b>Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)</b>			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	( X )	Experimentación (prácticas)	( )
Debate o Panel	( X )	Trabajos de investigación documental	( X )
Lectura comentada	( X )	Anteproyectos de investigación	( )
Seminario de investigación	( )	Discusión guiada	( )
Estudio de Casos	( X )	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	( )
Foro	( )	Actividad focal	( )
Demostraciones	( )	Analogías	( )
Ejercicios prácticos (series de problemas)	( X )	Método de proyectos	( )
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	( )	Actividades generadora de información previa	( )

Organizadores previos	( )	Exploración de la web	( )
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( )	Enunciado de objetivo o intenciones	( )
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras):			

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Crterios	Porcentaje
La evaluación de los alumnos se basará en los siguientes criterios:	
1. Tres exámenes parciales (valor: 50%) para aprobar el curso será necesario tener aprobados todos los exámenes.	50
2. Ensayo individual de investigación bibliográfica (valor: 25%). El ensayo puede ser sobre cualquier tema abordado en el temario del curso. El tamaño del ensayo será de máximo 10 cuartillas (sin considerar la literatura citada). Se requerirá al menos 20 referencias bibliográficas recientes (de los últimos 5 años). Las referencias deberán estar citadas correctamente y completas. El objetivo de este trabajo es revisar el estado del conocimiento actual sobre algún tema elegido, incluyendo los avances más recientes y relevantes, así como los puntos de controversia o la necesidad de investigación, que permitan contestar preguntas particulares de interés ecotoxicológico.	25
3. Participación en clase, entrega de tareas o controles de lecturas (valor: 10%), especialmente participar en el debate de artículos científicos que se revisarán durante las clases. Las lecturas son obligatorias.	10
4. Exposición de un tema (valor: 15%)	15
<b>Total</b>	<b>100 %</b>

### PERFIL DEL PROFESOR

Ser especialista en las áreas de ecología, toxicología y biotecnología ambiental

### REFERENCIAS

#### Básicas:

- Lilia A. Albert. (Ed). 2004. Toxicología Ambiental. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Chihuahua, México.
- Klassen, C.D. and Doull, J. (eds). 2001. Casarett and Doull's Toxicology. The basic Science of Poisons. 6th edition, McGraw-Hill, New York, USA.
- Landis W.G and M.-H. Yu, 1999. Introduction to Environmental Toxicology. Impacts of Chemicals Upon Ecological Systems, 2nd Edition, Lewis Publishers, Boca Raton, Boston, London, New York, Washington, D.C. ISBN 1-56670-265-8
- Moriarty, F. 1999. Ecotoxicology. Testing for Effects of Chemicals on Ecosystems. 3rd Edition. London: Academic Press.
- Newman, M.C. 1998. Fundamentals of Environmental Toxicology. Chelsea, MI: Ann Arbor Press.

#### Complementarias:

- Tovar-Sánchez, E. Mussali-Galante, P., Martínez-Pacheco, M., Ortiz-Hernández, L., Sánchez-Salinas, E., OlveraVelona, A. 2016. Relationship between genotoxic damage and arsenic blood concentrations in individuals residing in an arsenic contaminated area in Morelos, Mexico. Rev. Int. Contam. Ambie. 32 (1) 101-117.
- Romero-Aguilar, M., Tovar-Sánchez, E., Sánchez-Salinas, E., Mussali-Galante, P., Sánchez-Meza, J.C., CastrejónGodínez, M.L. Dantán-González, E., Trujillo-Vera, M. and Ortiz-Hernández, M.L. 2014. Penicillium sp. as an organism that degrades endosulfan and reduces its genotoxic effects. SpringerPlus, 3:536.
- Mussali-Galante, P., Tovar-Sánchez, E., Valverde, M. and Rojas, E. 2014. Genetic Structure and Diversity of Animal Populations Exposed to Metal Pollution. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 227: 79-106.
- Mussali-Galante P, Tovar-Sánchez E, Valverde M and Rojas E. 2013. Biomarkers of exposure for assessing environmental metal pollution: from molecules to ecosystems. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 29 (1) 117-140.
- Mussali-Galante P, Tovar-Sánchez E, Valverde M and Rojas E. 2012. Evidence of population genetic effects in Peromyscus melanophrys chronically exposed to mine tailings in



## Maestría en Biotecnología



morelos, Mexico. Environmental Science and Pollution Research. 20:7666–7679 Doi 10.1007/s11356-012-1263-8

- Tovar-Sánchez, E., Cervantes-Ramírez, T., Castañeda-Bautista, J., Gómez-Arroyo, S., Ortiz-Hernández, L., Sánchez-Salinas, E. y Mussali-Galante. 2018. Response of Zea mays to multimetal contaminated soils: a multibiomarker approach. Ecotoxicology. 27: 1161–1177.
- Cervantes-Ramírez, L. T., Ramírez-López, M., Mussali-Galante, P., Ortiz-Hernández, M. L., Sánchez-Salinas, E., y Tovar-Sánchez, E. 2018. Heavy metal biomagnification and genotoxic damage in two trophic levels exposed to mine tailings: a network theory approach. Revista Chilena de Historia Natural, 91(1), 6



### FISIOLOGÍA DE LOS MICROORGANISMOS EXTREMÓFILOS

#### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>Unidad académica:</b> CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA						
<b>Programa educativo:</b> Maestría en Biotecnología						
<b>Unidad de aprendizaje:</b> Fisiología de los microorganismos extremófilos				<b>Eje de formación:</b> Teórico		
<b>Elaborada por:</b> Dra. María del Rayo Sánchez Carbente				<b>Fecha de elaboración:</b> agosto 2018 <b>Fecha de revisión y actualización:</b> Agosto 2018		
Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad:
4	NA	54	6	Teórica	Tópico selecto	Presencial
<b>Programas educativos en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología, Doctorado en Ciencias Naturales, CEIB-UAEM.						

#### PRESENTACIÓN

La asignatura comprende un programa dirigido a buscar la especialización de un grupo de estudiantes que se vinculan al trabajo con microorganismos que habitan ambientes extremos. Este curso se basa en entender los mecanismos moleculares y celulares que les permiten a estos microorganismos crecer en ambientes de baja o alta temperatura, pH ácido o básico, hipersalinidad, etc. El programa revisará en detalle las adaptaciones moleculares y celulares de este tipo de organismos respecto a los organismos mesófilos. La materia requiere de 54 horas teóricas, en un sistema donde el estudiante participe activamente en la construcción de su propio conocimiento, utilizando estrategias de revisión bibliográfica y discusión de artículos específicos para cada unidad, así como en la presentación de un proyecto de investigación.

#### PROPÓSITOS

Describir los principales grupos microbianos extremófilos.  
 Analizar las adaptaciones moleculares, bioquímicas y fisiológicas de microorganismos extremófilos a temperatura, salinidad, pH, radiaciones y presión.  
 Explicar la diversidad y potencialidades industriales de los grupos microbianos extremófilos.  
 Analizar técnicas de cultivo *in vitro* para microorganismos extremófilos y otras estrategias moleculares para el estudio de hábitats extremófilos.

#### COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias genéricas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>• Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo.</li> </ul>



- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Habilidades para el uso de la tecnología de la información y de la comunicación aplicada a la investigación.
- Capacidad para la investigación.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad para formular y gestionar proyectos.
- Capacidad para tomar decisiones.
- Capacidad para aplicar conocimientos en la práctica.

### Competencias específicas

6. Capacidad para comunicarse en un segundo idioma.
7. Se familiariza con conceptos teóricos de la microbiología
8. Comprende la importancia de la existencia de diferentes tipos de microorganismos. Busca herramientas y metodologías para poder analizar y caracterizar los microorganismos.
9. Conoce las aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos extremófilos.
10. Maneja de manera crítica la información científica y/o técnica relativa al área, de fuentes especializadas de actualidad.

### CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. Presentación. Organización del curso. Descripción de los grupos microbianos extremófilos	Dominio Archaea, Eubacteria y Eucarionte. Ultraestructura, morfología, fisiología, bioquímica y ecología. Estrategias para el estudio ecológico de extremófilos.
2. Generalidades de fisiología microbiana	Microorganismos extremófilos y tolerantes, Generalidades. Ecología de microorganismos extremófilos. Prospección de genes y productos de interés. Yellowstone: paraíso de la extremofilia
3. Microorganismos termófilos y psicrófilos.	Hábitats, fisiología, bioquímica. Cultivos <i>in vitro</i> .
4. Microorganismos halófilos	Hábitats, fisiología, bioquímica. Cultivos <i>in vitro</i> .
5. Microorganismos acidófilos y basófilos.	Hábitats, fisiología, bioquímica. Cultivos <i>in vitro</i> .
6. Microorganismos extremófilos adaptados a las radiaciones	Hábitats, fisiología, bioquímica. Cultivos <i>in vitro</i> .
7. Microorganismos barófilos (piezófilos), osmófilos y caófilos.	Hábitats, fisiología, bioquímica. Cultivos <i>in vitro</i> .



Bloques	Temas
8. Aplicaciones biotecnológicas de microorganismos extremófilos.	Hábitats, fisiología, bioquímica. Cultivos <i>in vitro</i> .
9. Presentación de proyectos finales	

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas			
Aprendizaje basado en problemas	( )	Nemotecnia	( )
Estudios de caso	( )	Análisis de textos	(X)
Trabajo colaborativo	( )	Seminarios	( )
Plenaria	( )	Debate	(X)
Ensayo	( )	Taller	( )
Mapas conceptuales	( )	Ponencia científica	( )
Diseño de proyectos	(X)	Elaboración de síntesis	( )
Mapa mental	( )	Monografía	( )
Práctica reflexiva	( )	Reporte de lectura	( )
Trípticos	( )	Exposición oral	(X)
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	(X)	Experimentación (prácticas)	( )
Debate o Panel	(X)	Trabajos de investigación documental	( )
Lectura comentada	(X)	Anteproyectos de investigación	( )
Seminario de investigación	( )	Discusión guiada	(X)
Estudio de Casos	( )	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	( )
Foro	( )	Actividad focal	( )
Demostraciones	( )	Analogías	( )
Ejercicios prácticos (series de problemas)	( )	Método de proyectos	( )

Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	( )	Actividades generadoras de información previa	( )
Organizadores previos	( )	Exploración de la web	( )
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( )	Enunciado de objetivo o intenciones	( )

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Presentación oral de un proyecto de investigación elaborado por el alumno.	30%
Actividades académicas complementarias (trabajos teóricos/prácticos, ensayos, análisis de artículos científicos, debates, material audiovisual generado mediante la aplicación de TICs, etc.).	70%
<b>Total</b>	100 %

### PERFIL DEL PROFESOR

Tener el grado de Doctor en Ciencias, tener conocimientos de bioquímica, biología molecular, microbiología y biología de sistemas. Contar con proyectos directamente relacionados a temas de microorganismos extremófilos.

### REFERENCIAS

#### Básicas:

1. Michael, T. M., John, M. M., & Jack, P. (2002). Brock microbiology of microorganism. *New Jersey. ISBN, 10, 130662712.*

#### Complementarias:

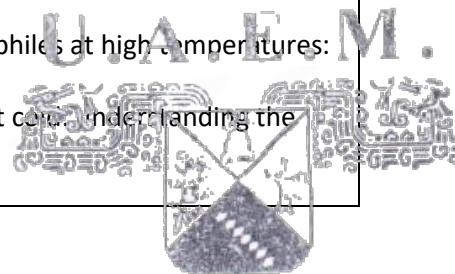
1. Harrison, J. P., Gheeraert, N., Tsigelnitskiy, D., & Cockell, C. S. (2013). The limits for life under multiple extremes. *Trends in microbiology, 21(4), 204-212.*

2. Gupta, G. N., Srivastava, S., Khare, S. K., & Prakash, V. (2014). Extremophiles: an overview of microorganism from extreme environment. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology, 7(2), 371.*

3. Imanaka, T. (2011). Molecular bases of thermophily in hyperthermophiles. *Proceedings of the Japan Academy, Series B, 87(9), 587-602.*

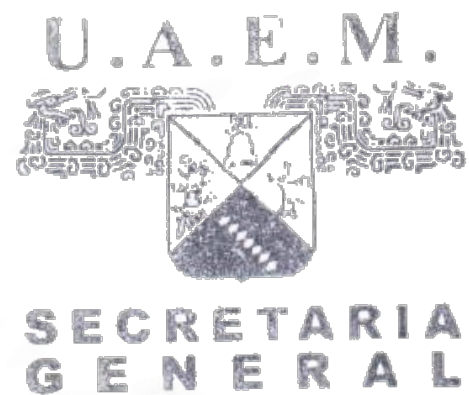
4. Wang, Q., Cen, Z., & Zhao, J. (2015). The survival mechanisms of thermophiles at high temperatures: an angle of omics. *Physiology, 30(2), 97-106.*

5. De Maayer, P., Anderson, D., Cary, C., & Cowan, D. A. (2014). Some like it cold: understanding the survival strategies of psychophiles. *EMBO reports, e201338170.*





# Maestría en Biotecnología



### MECANISMOS DE ACCIÓN Y ESTRUCTURA DE VENENOS Y TOXINAS ANIMALES

#### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>Unidad académica:</b> Centro de Investigación en Biotecnología						
<b>Programa educativo:</b> Maestría en Biotecnología						
<b>Unidad de aprendizaje:</b> Mecanismos de acción y estructura de venenos y toxinas animales				<b>Eje de formación:</b> Teórico		
<b>Elaborada por:</b> Dra. Lidia González Morales				<b>Fecha de elaboración:</b> enero de 2015		
<b>Actualizada por:</b> Dra. Lidia González Morales				<b>Fecha de revisión y actualización:</b> Septiembre de 2018		
Horas teóricas	Horas prácticas	Horas totales	Créditos	Tipo de unidad de aprendizaje	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
4	0	54	6	Teórico	Tópico selecto	Presencial
<b>Programa (s) educativo (s) en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología						

#### PRESENTACIÓN

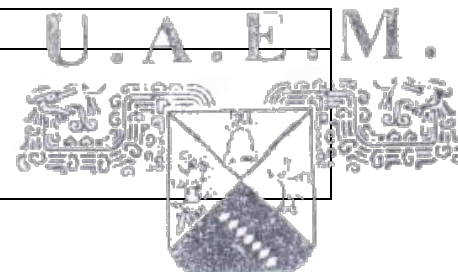
Con este curso se pretende que el estudiante llegue a identificar de manera general, los principales mecanismos de acción y células blanco de las toxinas provenientes de venenos animales, relacionándolas con los síntomas producidos en los seres humanos, así como la forma en cómo contrarrestar el daño. Además, se busca analizar la estructura de las toxinas, considerando las principales características que las distinguen y la importancia de éstas como posibles candidatos en aplicaciones médico- terapéuticas y en la agricultura. El curso inicia con una revisión y discusión de conceptos básicos, problemas e importancia epidemiológica ocasionada por los diferentes grupos de animales venenosos y los factores que favorecen el envenenamiento.

#### PROPÓSITOS

Que el estudiante conozca los principales tipos de toxinas presentes en los venenos y la forma en cómo actúan, así como la estructura molecular que presentan para poder realizar su caracterización, además, que conozca la relevancia de las toxinas como herramientas para el desarrollo de nuevas moléculas para el tratamiento o diagnóstico de enfermedades o bien para su uso en la agricultura.

#### COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias genéricas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>• Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo.</li> <li>• Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.</li> </ul>



- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidad para buscar, procesar, analizar, sintetizar y relacionar la información.
- Habilidad para el trabajo de forma colaborativa.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad creativa.
- Capacidad para formular y gestionar proyectos.
- Capacidad de integrar y aplicar los conocimientos adquiridos.

### Competencias específicas

- Se familiariza con conceptos teóricos de la toxicología.
- Comprende la importancia de la existencia de diferentes tipos de toxinas.
- Distingue los diferentes tipos de toxinas para evaluar sus efectos a nivel celular.
- Comprende los mecanismos de acción de las toxinas.
- Busca herramientas para poder analizar la estructura molecular de las toxinas.
- Analiza las características de las toxinas para darles un posible uso en la medicina o en el área agrícola.
- Maneja de manera crítica la información científica y/o técnica relativa al área, de fuentes especializadas de actualidad.

### CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. Animales venenosos y tóxicos: vista biológico.	1. Animales venenosos y tóxicos: vista biológico
2. Principales tipos de toxinas provenientes de animales.	1.1.1.Introducción 1.1.2.Historia 1.1.3.Definiciones básicas
3. Mecanismos de acción y estructura de las toxinas.	1.1.3.1. Venenos 1.1.3.2. Tóxicos 1.1.3.3. Toxinas 1.1.3.4. Toxicidad 1.1.4.Factores que influyen en la toxicidad 1.1.4.1. Especies 1.1.4.2. Peso corporal 1.1.4.3. Sexo 1.1.4.4. Variaciones estacionales 1.1.4.5. Variación de composición 1.1.4.6. Variaciones geográficas 1.1.5.Distribución de animales venenosos y tóxicos

Bloques	Temas
	<p>1.1.5.1. De acuerdo al espacio habitable</p> <p>1.1.5.2. En el reino animal</p> <p>2. Principales tipos de toxinas provenientes de animales.</p> <p>2.1. Proteínas tóxicas que inhiben síntesis de proteínas</p> <p>2.2. Toxinas que actúan sobre el citoesqueleto</p> <p>2.3. Fosfolipasas</p> <p>2.3.1 Química de fosfolípidos y organización en la membrana celular</p> <p>2.3.2 Fosfolipasas A y B</p> <p>2.4. Agentes que actúan localmente</p> <p>2.4.1 Miotoxinas</p> <p>2.4.2 Toxinas hemorrágicas</p> <p>2.4.3 Factores dermonecroticos</p> <p>2.5. Toxinas que afectan coagulación sanguínea y fibrinólisis</p> <p>2.6. Toxinas citolíticas</p> <p>2.6.1 Formadoras de poro</p> <p>2.6.2 Enzimas citolíticas</p> <p>2.6.3 Toxinas detergente-like</p> <p>2.6.4 Mecanismo desconocido</p> <p>2.7. Componentes con otras actividades de importancia biológica</p> <p>2.7.1 Hialuronidasas</p> <p>2.7.2 Proteasas</p> <p>2.8. Toxinas que actúan sobre canales iónicos y sinapsis</p> <p>3. Mecanismos de acción y estructura de las toxinas.</p> <p>3.1 Mecanismos de acción de las principales toxinas provenientes de animales sobre su célula blanco.</p> <p>3.2. Dominios, motivos, sitios catalíticos, enlaces disulfuro.</p>

## ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

<b>Estrategias de aprendizaje sugeridas</b>			
Aprendizaje basado en problemas	( x )	Nemotecnia	( )
Estudios de caso	( x )	Análisis de textos	( x )
Trabajo colaborativo	( )	Seminarios	( )
Plenaria	( )	Debate	( )
Ensayo	( x )	Taller	( )
Mapas conceptuales	( x )	Ponencia científica	( )
Diseño de proyectos	( x )	Elaboración de síntesis	( )
Mapa mental	( )	Monografía	( x )
Práctica reflexiva	( )	Reporte de lectura	( x )
Trípticos	( )	Exposición oral	( x )
Otros			
<b>Estrategias de enseñanza sugeridas</b>			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	( x )	Experimentación (prácticas)	( )
Debate o Panel	( )	Trabajos de investigación documental	( )
Lectura comentada	( )	Anteproyectos de investigación	( )
Seminario de investigación	( )	Discusión guiada	( x )
Estudio de Casos	( x )	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	( x )
Foro	( )	Actividad focal	( )
Demostraciones	( )	Analogías	( )
Ejercicios prácticos (series de problemas)	( x )	Método de proyectos	( )



Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	( )	Actividades generadoras de información previa	( )
Organizadores previos	( )	Exploración de la web	( x )
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( x )	Enunciado de objetivo o intenciones	( )
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras):			

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Tareas/participación	10%
Discusión de artículos científicos	20%
Examen	40%
Exposición	10%
Presentación de proyecto	20%
<b>Total</b>	<b>100 %</b>

### PERFIL DEL PROFESOR

Doctor en Ciencias, con conocimientos en mecanismos de acción y estructura de venenos y toxinas animales. Que cuente con bases de bioquímica y biología molecular. Además, debe contar con experiencia docente, profesional y de investigación en el área de biotecnología.

### REFERENCIAS

#### Básicas:

Shier, W.T. y Mebs, D. Handbook of toxinology. 1990. Ed. Marcel Dekker, Inc. 872 pp.

Bergillos, F. y Rivas Ma. A. Toxinología clínica: lesiones por picaduras y mordeduras de animales Tomo II, 2013. Ed. Bubok Publishing. 600 pp.

Valledor de Lozoya, A. Envenenamientos por animales. Animales venenosos y artículos del mundo. 1994. Ed. Diaz de Santos, S.A. 339 pp.

#### Web:

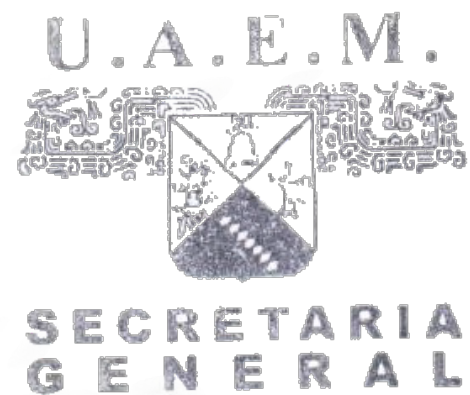




## Maestría en Biotecnología



[www.ncbi.nih.gov](http://www.ncbi.nih.gov)  
[www.expasy.org](http://www.expasy.org)



### TÉCNICAS DE PURIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE PROTEÍNAS

#### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>Unidad académica:</b> Centro de Investigación en Biotecnología						
<b>Programa educativo:</b> Maestría en Biotecnología						
<b>Unidad de aprendizaje:</b> Técnicas de purificación y análisis de proteínas.				<b>Eje de formación:</b> Teórico		
<b>Elaborada por:</b> Dra. Lidia González Morales				<b>Fecha de elaboración:</b> agosto de 2017		
<b>Actualizada por:</b> Dra. Lidia González Morales				<b>Fecha de revisión y actualización:</b> septiembre de 2018		
Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje :	Carácter de la unidad de aprendizaje :	Modalidad:
4	NA	54	6	Teórica	Tópico selecto	Presencial
<b>Programa educativo en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología, CEIB-UAEM.						

#### PRESENTACIÓN

Este curso está orientado a fortalecer conceptos básicos que le permitan al estudiante comprender la importancia y función de las proteínas, así como los fundamentos metodológicos para su obtención de forma pura y su posterior caracterización. El curso inicia con una revisión y discusión de las principales propiedades y estructuras que conforman a las proteínas.

#### PROPÓSITOS

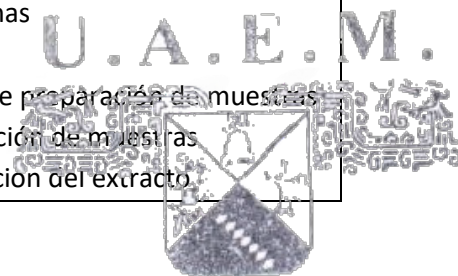
Que el alumno comprenda la importancia de las proteínas, destacando la relación entre su estructura y la función que desempeñan, así como los métodos que existen para su purificación. Además, que conozca de manera general, las herramientas que existen para poder analizarlas y caracterizarlas, así como las técnicas empleadas para poder determinar o atribuir alguna actividad biológica de interés.

## COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

<b>Competencias genéricas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>• Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo.</li> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>• Habilidades para el uso de la tecnología de la información y de la comunicación aplicada a la investigación.</li> <li>• Capacidad para la investigación.</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Capacidad para formular y gestionar proyectos.</li> <li>• Capacidad para tomar decisiones.</li> <li>• Capacidad para aplicar conocimientos en la práctica.</li> </ul>
<b>Competencias específicas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende la importancia de aislar, purificar y caracterizar proteínas.</li> <li>• Analiza e implementa diferentes estrategias para obtener proteínas puras a partir de diversos tejidos y lograr una obtención incrementada.</li> <li>• Aprende a evaluar, de manera teórica, la actividad biológica de las proteínas puras.</li> <li>• Conoce las diferentes estrategias para analizar proteínas.</li> <li>• Posee habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada que inciden en la solución de problemas metodológicos.</li> </ul>

## CONTENIDOS

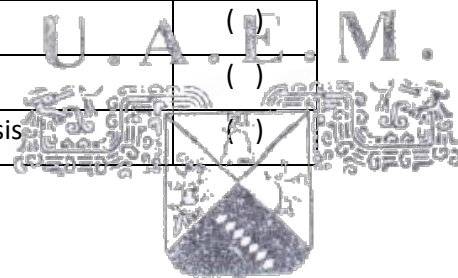
<b>Bloques</b>	<b>Temas</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estructura y función de proteínas</li> <li>2. Métodos de preparación de muestras</li> <li>3. Métodos cromatográficos</li> <li>4. Técnicas electroforéticas</li> <li>5. Actividades biológicas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estructura y función de proteínas               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Características y propiedades de los aminoácidos</li> <li>b. Enlace peptídico y descripción de estructura primaria, secundaria y terciaria.</li> <li>c. Clasificación y función de las proteínas</li> </ol> </li> <li>2. Métodos de preparación de muestras               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Disrupción de muestras</li> <li>b. Obtención del extracto</li> </ol> </li> </ol>



Bloques	Temas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>c. Precipitación</li> <li>d. Cuantificación</li>   <li>3. Métodos cromatográficos               <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Cromatografía de intercambio iónico</li> <li>b. Cromatografía de Exclusión molecular</li> <li>c. Cromatografía de afinidad</li> <li>d. Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)</li> </ul> </li>   <li>4. Técnicas electroforéticas               <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Geles uni y bidimensionales</li> <li>b. Análisis de proteínas</li> </ul> </li>   <li>5. Actividades biológicas               <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Determinación de actividad antimicrobiana</li> <li>b. Actividades enzimáticas</li> <li>c. Citometría de flujo</li> </ul> </li> </ul>

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque X)			
Aprendizaje basado en problemas	( x )	Nemotecnia	( )
Estudios de caso	( )	Análisis de textos	( x )
Trabajo colaborativo	( x )	Seminarios	( )
Plenaria	( )	Debate	( )
Ensayo	( )	Taller	( )
Mapas conceptuales	( )	Ponencia científica	( )
Diseño de proyectos	( x )	Elaboración de síntesis	( )



Mapa mental	<input type="checkbox"/>	Monografía	<input type="checkbox"/>
Práctica reflexiva	<input checked="" type="checkbox"/>	Reporte de lectura	<input type="checkbox"/>
Trípticos	<input type="checkbox"/>	Exposición oral	<input type="checkbox"/>
Otros			
<b>Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)</b>			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	<input checked="" type="checkbox"/>	Experimentación (prácticas)	<input checked="" type="checkbox"/>
Debate o Panel	<input type="checkbox"/>	Trabajos de investigación documental	<input checked="" type="checkbox"/>
Lectura comentada	<input type="checkbox"/>	Anteproyectos de investigación	<input type="checkbox"/>
Seminario de investigación	<input type="checkbox"/>	Discusión guiada	<input type="checkbox"/>
Estudio de Casos	<input checked="" type="checkbox"/>	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	<input type="checkbox"/>
Foro	<input type="checkbox"/>	Actividad focal	<input type="checkbox"/>
Demostraciones	<input type="checkbox"/>	Analogías	<input type="checkbox"/>
Ejercicios prácticos (series de problemas)	<input checked="" type="checkbox"/>	Método de proyectos	<input checked="" type="checkbox"/>
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	<input type="checkbox"/>	Actividades generadoras de información previa	<input type="checkbox"/>
Organizadores previos	<input type="checkbox"/>	Exploración de la web	<input checked="" type="checkbox"/>
Archivo	<input type="checkbox"/>	Portafolio de evidencias	<input type="checkbox"/>
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	<input type="checkbox"/>	Enunciado de objetivo o intenciones	<input type="checkbox"/>
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras):			

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
-----------	------------

Solución de problemas/participación	10%
Discusión de artículos científicos	20%
Examen	40%
Exposición	10%
Presentación de proyecto	20%
<b>Total</b>	100 %

### PERFIL DEL PROFESOR

Doctor en Ciencias, con conocimientos en biotecnología con énfasis en proteínas. Además debe contar con experiencia docente, profesional y de investigación en el área de biotecnología.

### REFERENCIAS

#### Básicas:

1. Mathews CK; Rolde KE; Ahem KG. Biochemistry.3a ed (2000) Addison Wesley
  2. Nelson DL; Cox MM. Lehninger Principles of Biochemistry. 4a ed, (2004) Freeman & Co.
- Berg J et al. Biochemistry Sa ed (2002) Freeman &Co.

#### Web:

[www.ncbi.nih.gov](http://www.ncbi.nih.gov)  
[www.expasy.org](http://www.expasy.org)

LGAC: BIOTECNOLOGÍA AGROPECUARIA

## CONTROL MICROBIANO

*IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE*

<b>Unidad académica:</b> Centro de Investigación en Biotecnología						
<b>Programa educativo:</b> Maestría en Biotecnología						
<b>Unidad de aprendizaje:</b> <b>CONTROL MICROBIANO</b>				<b>Eje de formación:</b> Teórico		
<b>Elaborada por:</b> Guadalupe Peña Chora <b>Actualizada por:</b> Guadalupe Peña Chora				<b>Fecha de elaboración:</b> 2016 <b>Fecha de revisión y actualización:</b> Septiembre 2018		
Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje :	Carácter de la unidad de aprendizaje :	Modalidad:
4	NA	54	6	Teórico	Tópico Selecto	Presencial
<b>Programa educativo en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología						

*PRESENTACIÓN*

El crecimiento de la población mundial ha transformado una proporción grande de la superficie terrestre provocando disturbios ambientales, ya que el hombre al concentrarse en grandes ciudades altera los ecosistemas para cubrir sus necesidades de habitación, vestido y alimentación, deforestando selvas tropicales, practicando la agricultura de subsistencia e intensiva o expandiendo las áreas urbanas. Para la producción de alimentos se han modificado grandes extensiones de tierra para cultivar pocas especies de plantas en grandes superficies generando el desarrollo de plagas (insectos, bacterias, nematodos, hongos, virus y malezas). Las plagas pueden producir destrucciones masivas de cultivos importantes y esta destrucción causa grandes efectos socioeconómicos. Para el control de éstas plagas se utilizan plaguicidas químicos, sin embargo el uso indiscriminado ha generado contaminación de suelos, agua, aire, alimentos y efectos negativos sobre organismos no blancos, además de que causan enfermedades al hombre. También las plagas han desarrollado resistencia a los productos químicos.



requiriéndose mezclas de varios productos, incrementando de dosis, los costos de producción. Una alternativa es el Control Biológico que es el uso de los enemigos naturales (depredadores, parasitoides, hongos, bacterias, virus y nematodos, principalmente) para regular las poblaciones de las plagas. El control Biológico es inocuo al hombre, plantas, animales y no causa problemas de contaminación. Por lo que es importante conocer las bases científicas que los sustentan.

### PROPÓSITOS

Que el alumno:

- Analice el concepto de Control Microbiano y sus estrategias de aplicación.
- Conozca los agentes de control Microbiano que se utilizan en el mundo y en México.
- Sea capaz de plantear alternativas de Control Microbiano a problemas específicos de plagas.

### COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

#### Competencias genéricas

- Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.
- Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo.
- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Habilidades para el uso de la tecnología de la información y de la comunicación aplicada a la investigación.
- Capacidad para la investigación.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad para formular y gestionar proyectos.
- Capacidad para tomar decisiones.
- Capacidad para aplicar conocimientos en la práctica

#### Competencias específicas

- Analiza e implementa diferentes estrategias para el control microbiano.
- Conoce los principios básicos de la patología de insectos.
- Distingue los diferentes tipos de microorganismos y sus características.
- Conoce las diferentes estrategias para analizar proteínas.
- Posee habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada que incidirá en la solución de problemas metodológicos.

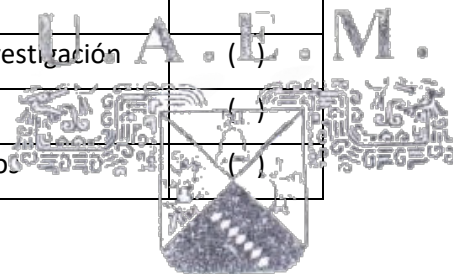
### CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. HISTORIA DEL CONTROL MICROBIANO	1.1 Alcances del control biológico 1.2 Desarrollo histórico 1.3 Concepto de plaga
2. ESTRATEGIAS DE CONTROL BIOLÓGICO	2.1 Control natural 2.2 Control biológico clásico 2.3 Control por conservación 2.4 Control por incremento
3. PRINCIPIOS BÁSICOS DE PATOLOGÍA DE INSECTOS	3.1 Entomopatógenos 3.2 Portal de entrada 3.3 Toxinas microbianas 3.4 Infección 3.5 Patogenicidad y virulencia 3.6 Dosis 3.7 Signos, síntomas y síndromes 3.8 Proceso de infección 3.9 Infecciones agudas, crónicas y latentes 3.10 Postulados de Koch 3.11 Diagnóstico
4. VIRUS	4.1 Introducción 4.2 Clasificación 4.3 Biología 4.4 Ecología 4.5 Uso como agentes de control
5. BACTERIAS	5.1 Introducción 5.2 Clasificación 5.3 Biología 5.4 Ecología 5.5 Uso como agentes de control
6. PROTISTAS	6.1 Introducción 6.2 Clasificación 6.3 Biología 6.4 Ecología 6.5 Uso como agentes de control
7. HONGOS	7.1 Introducción 7.2 Clasificación 7.3 Biología 7.4 Ecología

Bloques	Temas
	7.5 Uso como agentes de control
8. NEMATODOS	8.1 Introducción 8.2 Clasificación 8.3 Biología 8.4 Ecología 8.5 Uso como agentes de control

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas			
Aprendizaje basado en problemas	( x )	Nemotecnia	( )
Estudios de caso	( x )	Análisis de textos	( x )
Trabajo colaborativo	( x )	Seminarios	( x )
Plenaria	( x )	Debate	( )
Ensayo	( x )	Taller	( )
Mapas conceptuales	( )	Ponencia científica	( x )
Diseño de proyectos	( )	Elaboración de síntesis	( )
Mapa mental	( )	Monografía	( )
Práctica reflexiva	( )	Reporte de lectura	( )
Trípticos	( )	Exposición oral	( x )
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	( x )	Experimentación (prácticas)	( )
Debate o Panel	( )	Trabajos de investigación documental	( x )
Lectura comentada	( )	Anteproyectos de investigación	( )
Seminario de investigación	( x )	Discusión guiada	( )
Estudio de Casos	( )	Organizadores gráficos	( )



		(Diagramas, etc.)	
Foro	( )	Actividad focal	( )
Demostraciones	( )	Analogías	( )
Ejercicios prácticos (series de problemas)	( )	Método de proyectos	( )
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	(x )	Actividades generadoras de información previa	( )
Organizadores previos	( )	Exploración de la web	(x )
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( )	Enunciado de objetivo o intenciones	( )

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Tres exámenes teóricos	60%
Entrega del informes de las Prácticas	20%
Examen final práctico	20%
<b>Total</b>	<b>100 %</b>

### PERFIL DEL PROFESOR

Doctor en Ciencias, con conocimientos en Control biológico. Además debe contar con experiencia docente, profesional y de investigación en el área de biotecnología.

### REFERENCIAS

**Básicas:**

- Arredondo-Bernal, H. C. y L. A. Rodríguez-del-Bosque (eds.). 2008. Casos de Control Biológico en México. Ed. MundiPrensa, México. 423 pp.
- Borgio, J. F., K. Sahayaraj y I. A. Susurluk (Eseditores). 2011. Microbial Insecticides: principles and applications. Ed. Nova Science Publishers, Inc. 492 pp.
- De Bach. 1984. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Ed. CECSA. 949 p.
- Fernández-Ruvalcaba, Manuel (autor). 2009. Perspectivas de Control Biológico parasitario y nuevas alternativas en el sector pecuario. Rodrigo Rosario Cruz y Zeferino S. García Vázquez (Eds.). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria. Libro Científico no. 2. 325 p.
- Lacey, L. (Ed.). 1997. Manual of techniques in insect pathology. Academic Press. 409 p.
- Lacey, Lawrence A. (Ed.). 2012. Manual of techniques of Invertebrate Pathology. 2a Edición. Academic Press. 471 p.
- Lacey, L. A. y H. K. Kaya (Eds.). 2007. Field Manual of Techniques in Invertebrate pathology. "2a edición". Springer. 868 p.
- Poinar Jr., G. O. y Thomas, G. M. 1984. Laboratory Guide to Insect Pathogens and Parasites. 379 p.
- Rodríguez del Bosque, L. A. y H. C. Arredondo-Bernal (Eds.). 2007. Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303.
- Robertson, J. L., R. M. Russell, H. K. Preisler y N. E. Savin. 2007. Bioassays with Arthropods. 2a. Ed. CRC Press. 199p.
- Soberon, M., Gao, Y. y Bravo, A. (Eds.) 2015. Bt Resistance: Characterization and strategies for GM crops expressing Bacillus thuringiensis toxins (CABI Biotechnology Series).
- Tanada, Y. y Kaya, H. K. 1993. Insect pathology. Academic Press. 666 p.
- Ann Hajek. 2004. Natural enemies. An introduction to biological control. Cambridge University Press. 378 p.
- Toledo, Jorge y Francisco Infante (eds.). 2008. Manejo Integrado de Plagas. Ed. MundiPrensa, México.



## Maestría en Biotecnología

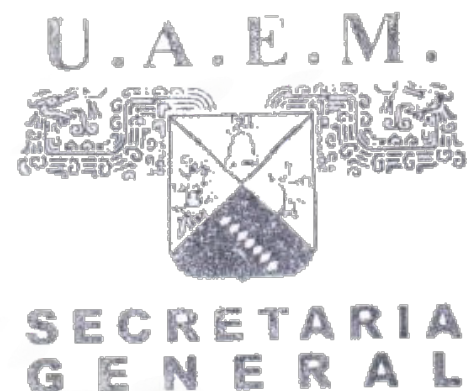


Van Driesche R. G. y M. S. Hoddle y T. D. Center. 2007. Control de Plagas y Malezas por Enemigos Naturales. USDA. 751 p.

Vega, Fernando E. y Harry K. Kaya (Eds.). 2012. Insect pathology. 2ª Edición. Elsevier. 490 p.

### **Complementarias:**

Annual Review of Entomology  
Annual Review of Phytopathology  
Annual Review of Microbiology  
Applied and Environmental Microbiology  
Biological Control  
Biocontrol  
Biocontrol Science and Technology  
Environmental Entomology  
Florida Entomologist  
Folia Entomológica Mexicana  
Journal of Economic Entomology  
Journal of Invertebrate Pathology  
Journal of Veterinary Entomology  
Microbiological Reviews  
Vedalia



LGAC: BIOTECNOLOGÍA DE PRODUCTOS EN EL SECTOR SALUD

**MÉTODOS ESPECTROSCÓPICOS DE RMN Y METABOLÓMICA**

*IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE*

<b>Unidad académica:</b> Centro de Investigación en Biotecnología						
<b>Programa educativo:</b> Maestría en Biotecnología						
<b>Unidad de aprendizaje:</b> Espectroscópicos de RMN y metabolómica			<b>Eje de formación:</b> Teórico			
<b>Elaborada por:</b> Dr. Alexandre T. Cardoso Taketa			<b>Fecha de elaboración:</b> 2016			
<b>Actualizada por:</b>			<b>Fecha de revisión y actualización:</b> septiembre 2018			
Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje :	Carácter de la unidad de aprendizaje :	Modalidad:
4	NA	54	6	Teórico	Tópico Selecto	Presencial
<b>Programa (s) educativo (s) en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología						

*PRESENTACIÓN*

La Resonancia Magnética Nuclear (RMN) es una de las técnicas de análisis más utilizadas en la caracterización inequívoca de productos naturales, y que posee amplias aplicaciones en diferentes áreas como es la biotecnología. Se capacitará el alumno, dentro de una didáctica teórica y práctica, en las estrategias de resolución de problemas relacionados a la identificación y caracterización estructural de moléculas orgánicas. Se trabajará en el concepto y aplicaciones de metabolómica en plantas, donde se demostrará la importancia de la RMN en este tipo de análisis integrativo.

## PROPÓSITOS

Capacitar al alumno en las estrategias de resolución de problemas relacionados a la identificación y caracterización estructural de moléculas orgánicas.

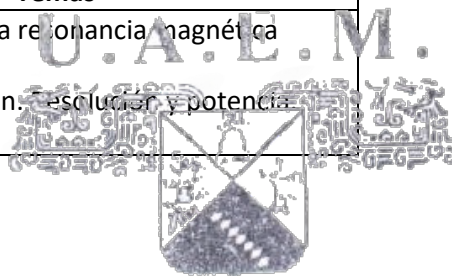
El alumno obtendrá conocimiento de los concepto y aplicaciones de metabolómica en plantas, y reconocerá la importancia de la RMN en este tipo de análisis integrativo.

## COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

<b>Competencias genéricas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>• Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo.</li> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> <li>• Habilidades para el uso de la tecnología de la información y de la comunicación aplicada a la investigación.</li> <li>• Capacidad para la investigación.</li> <li>• Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.</li> <li>• Capacidad para formular y gestionar proyectos.</li> <li>• Capacidad para tomar decisiones.</li> <li>• Capacidad para aplicar conocimientos en la práctica</li> </ul>
<b>Competencias específicas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce los principios básicos de la espectrometría de resonancia magnética nucle (RMN).</li> <li>• Posee habilidad para el uso y aplicación de las técnicas de RMN</li> <li>• Conoce los conceptos y aplicación de la metabolómica.</li> <li>• Posee habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada que inciden en la solución de problemas metodológicos.</li> </ul>

## CONTENIDOS

<b>Bloques</b>	<b>Temas</b>
1. Introducción: Consideraciones teóricas generales.	1.1. Fenómeno de la resonancia magnética nuclear (RMN). 1.2. Instrumentación, resolución y potencia RMN protónica.





	1.3. Desplazamiento químico. Multiplicidad de las señales. 1.4. Constante de acoplamiento. 1.5. Integración. Efectos de protección y desprotección
2. Aplicación de la RMN	Resonancia del benceno y derivados.
	Efecto nuclear Overhauser. RMN de carbono-13. Isotopía y abundancia. Experimentos DEPTs. Anisotropía. Cuantificación de productos naturales empleando la RMN
	Constantes de acoplamiento vecinales. Curva de Karplus-Conroy. RMN bidimensional
	Caracterización estructural del mentol.
	Caracterización estructural de la papaverina
	RMN de saponinas triterpénicas y esteroidales
	RMN de carbohidratos
	RMN de péptidos y proteínas
Introducción a la metabolómica. Metabolómica de plantas.	Metabolómica y RMN.

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas			
Aprendizaje basado en problemas	( )	Nemotecnia	( )
Estudios de caso	( x )	Análisis de textos	( x )
Trabajo colaborativo	( )	Seminarios	( x )
Plenaria	( x )	Debate	( )
Ensayo	( )	Taller	( )
Mapas conceptuales	( )	Ponencia científica	( )
Diseño de proyectos	( )	Elaboración de síntesis	( )
Mapa mental	( )	Monografía	( )
Práctica reflexiva	( x )	Reporte de lectura	( x )
Trípticos	( )	Exposición oral	( x )
Otros			
<b>Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)</b>			

Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	( x )	Experimentación (prácticas)	( )
Debate o Panel	( )	Trabajos de investigación documental	( )
Lectura comentada	( x )	Anteproyectos de investigación	( )
Seminario de investigación	( x )	Discusión guiada	( )
Estudio de Casos	( )	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	( )
Foro	( )	Actividad focal	( )
Demostraciones	( )	Analogías	( )
Ejercicios prácticos (series de problemas)	( x )	Método de proyectos	( )
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	( )	Actividades generadoras de información previa	( x )
Organizadores previos	( )	Exploración de la web	( x )
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( )	Enunciado de objetivo o intenciones	( )

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Tareas/participación	10%
Discusión de artículos científicos	20%
Examen	40%
Exposición	10%
Presentación de proyecto	20%
<b>Total</b>	<b>100%</b>



## Maestría en Biotecnología



### PERFIL DEL PROFESOR

Doctor en Ciencias, con conocimientos en RMN y metabolómica. Además debe contar con experiencia docente, profesional y de investigación en el área de biotecnología.

### REFERENCIAS

1. Structure Elucidation by NMR in Organic Chemistry. Eberhard Breitmaier, Alemania; 3 edición, Wiley.
2. Spectrometric Identification of Organic Compounds. Robert Silverstein et al., EUA; 8 edición, Wiley.
3. Metabolomis: from Fundamentals to Clinical Applications. Alessandra Sussulini, EUA; Springer.

## COMUNICACIÓN CELULAR

### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>Unidad académica:</b> Centro de Investigación en Biotecnología						
<b>Programa educativo:</b> Maestría en Biotecnología						
<b>Unidad de aprendizaje:</b> Comunicación celular			<b>Eje de formación:</b> Teórico			
<b>Elaborada por:</b> Dra. María del Carmen Gutiérrez Villafuerte			<b>Fecha de elaboración:</b> 2016			
<b>Actualizada por:</b>			<b>Fecha de revisión y actualización:</b> Septiembre 2018			
Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje :	Carácter de la unidad de aprendizaje :	Modalidad:
4	NA	54	6	Teórico	Tópico Selecto	Presencial
<b>Programas educativos en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología y Doctorado en Ciencias Naturales, CEIB-UAEM.						

### PRESENTACIÓN

Este curso está orientado a fortalecer conceptos básicos que le permitan al estudiante comprender la comunicación celular, así como los fundamentos metodológicos. El curso inicia con una revisión y discusión de las principales propiedades y estructuras.

### COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias genéricas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónoma.</li> <li>• Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo.</li> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</li> </ul>

- Habilidades para el uso de la tecnología de la información y de la comunicación aplicada a la investigación.
- Capacidad para la investigación.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad para formular y gestionar proyectos.
- Capacidad para tomar decisiones.
- Capacidad para aplicar conocimientos en la práctica.

### Competencias específicas

- Comprende la importancia de aislar, purificar y caracterizar proteínas.
- Analiza e implementa diferentes estrategias para obtener proteínas puras a partir de diversos tejidos y lograr una obtención incrementada.
- Aprende a evaluar, de manera teórica, la actividad biológica de las proteínas puras.
- Conoce las diferentes estrategias para analizar proteínas.
- Posee habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada que inciden en la solución de problemas metodológicos.

### PROPÓSITOS

El alumno comprenderá con la revisión de técnicas utilizadas en el área de la bioquímica; así como con la lectura, el análisis y la discusión de artículos, temas fundamentales en el estudio de la comunicación celular.

### COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

#### Competencias genéricas

- Capacidad para el aprendizaje de forma autónomo
- Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo
- Capacidad crítica y autocrítica
- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- Capacidad para la investigación
- Capacidad de comunicación oral y escrita
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información
- Habilidad para el trabajo colaborativo
- Habilidad para el trabajo autónomo

- Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión

### Competencias específicas

- Comprende la importancia de aislar, purificar y caracterizar proteínas.
- Analiza e implementa diferentes estrategias para obtener proteínas puras a partir de diversos tejidos y lograr una obtención incrementada.
- Aprende a evaluar, de manera teórica, la actividad biológica de las proteínas puras.
- Conoce las diferentes estrategias para analizar proteínas.
- Posee habilidades para el desarrollo de investigación básica y aplicada que inciden en la solución de problemas metodológicos.

## CONTENIDOS

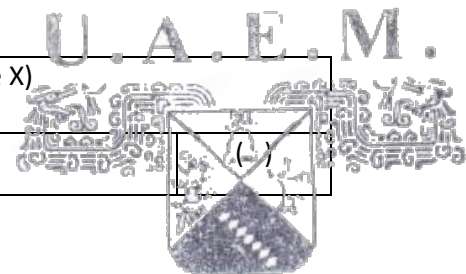
Bloques	Temas
<b>1: SEÑALIZACIÓN</b>	<p><b>1.1. Introducción.</b> Introducción a los principios de señalización entre células. Tipos de mensajeros químicos extracelulares: mediadores locales, hormonas y neurotransmisores. Señalización endocrina, paracrina y autocrina.</p> <p><b>2. Interacción ligando-receptor</b> Estudio de la interacción ligando-receptor: Cuantificación y análisis de la interacción. Scatchard Plot, Curvas dosis-respuesta. Agonistas y antagonistas (agonistas inversos).</p> <p><b>3. Receptores y sistemas de transducción.</b> Mensajeros lipofílicos e hidrofílicos: receptores endocelulares y de membrana plasmática. Conceptos básicos en cascadas de señalización: detección, transformación, amplificación, diseminación, terminación, adaptación, integración. Tipos de receptores de membrana plasmática y clasificación por mecanismos de transducción: receptores-canales, receptores con actividad enzimática propia, receptores que</p>



Bloques	Temas
	<p>reclutan enzimas citosólicas, receptores acoplados a proteínas G.</p> <p><b>4. Respuestas adaptativas.</b> Regulación de la interacción: cooperatividad, modulación, sensibilización y desensibilización. Aspectos espacio-temporales de la señalización celular. Fenómeno de tolerancia.</p>
<p><b>2. Receptores y sistemas de transducción de señales</b></p>	<p>2.1. Receptores de siete dominios transmembrana</p> <p>2.2. Sistemas de transducción de señales mediados por proteínas G heterotriméricas.</p> <p>2.3. El AMP cíclico (AMPC) como segundo mensajero. Adenilil ciclasas.</p> <p>2.4. El calcio como segundo mensajero Diacilglicerol y otros mensajeros de origen lipídico</p> <p>2.5. El óxido nítrico (NO) y otros mediadores químicos locales</p> <p>2.6. Mecanismos de regulación y desensibilización de receptores acoplados a proteínas G</p> <p>2.7. Transducción de señales mediada por receptores con actividad tirosina quinasa (I)</p> <p>2.8. Transducción de señales mediada por receptores con actividad tirosina quinasa (II)</p> <p>2.9. Regulación del estado de activación de ras y la cascada mitogénica</p> <p>2.10. Otras vías de señalización entre la membrana plasmática y el núcleo</p> <p>2.11. Transducción de señales por receptores de hormonas esteroideas y tiroideas</p>

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque X)		
Aprendizaje basado en problemas	( )	Nemotecnia



Estudios de caso	( )	Análisis de textos	( )
Trabajo colaborativo	( )	Seminarios	( )
Plenaria	( )	Debate	( )
Ensayo	( )	Taller	( )
Mapas conceptuales	( )	Ponencia científica	( )
Diseño de proyectos	( )	Elaboración de síntesis	( )
Mapa mental	( )	Monografía	( )
Práctica reflexiva	( )	Reporte de lectura	( )
Trípticos	( )	Exposición oral	( )
Otros			
<b>Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)</b>			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	( )	Experimentación (prácticas)	( )
Debate o Panel	( )	Trabajos de investigación documental	( )
Lectura comentada	( )	Anteproyectos de investigación	( )
Seminario de investigación	( )	Discusión guiada	( )
Estudio de Casos	( )	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	( )
Foro	( )	Actividad focal	( )
Demostraciones	( )	Analogías	( )
Ejercicios prácticos (series de problemas)	( )	Método de proyectos	( )
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	( )	Actividades generadoras de información previa	( )
Organizadores previos	( )	Exploración de la web	( )
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( )	Enunciado de objetivo e intenciones	( )



Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras):

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Tareas/participación	10%
Discusión de artículos científicos	20%
Examen	40%
Exposición	10%
Presentación de proyecto	20%
<b>Total</b>	<b>100 %</b>

### PERFIL DEL PROFESOR

Doctor en Ciencias, con conocimientos bioquímica. Además debe contar con experiencia docente, profesional y de investigación en el área de biotecnología.

### REFERENCIAS

#### Básicas:

- **Mathews and Van Holde:** "Bioquímica". Ed. Addison Wesley, 2002. 3ª Edición
- **G. Krauss:** "Biochemistry of signal transduction and regulation". Ed. John Wiley and Sons, 2006, 3ª Edición.
- **Ralph A. Bradshaw and Edward A. Dennis:** "Handbook of Cell Signaling". Ed. Elsevier. Academic Press, 2003.
- **B.D. Gomperts, I.M. Kramer and P.E.R. Tatham:** "Signal transduction". Ed. Academic Press, 2003.
- **D.S. Latchman:** "Eukaryotic transcription factors". Ed. Academic Press, 2007, 5ª Edición.

**TÓPICOS SELECTOS**  
**NO RELACIONADOS CON UNA SOLA LGAC**

**RELACIÓN ESTRUCTURA-FUNCIÓN DE PROTEÍNAS**

*IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE*

<b>Unidad académica:</b> Centro de Investigación en Biotecnología						
<b>Programa educativo:</b> Maestría en Biotecnología						
<b>Unidad de aprendizaje:</b> Relación estructura-función de proteínas				<b>Eje de formación:</b> Teórico		
<b>Elaborada por:</b>				<b>Fecha de elaboración:</b>		
<b>Actualizada por:</b>				<b>Fecha de revisión y actualización:</b>		
Horas teóricas: H/S/M	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad:
4	NA	54	6	Teórico	Tópico Selecto	Presencial
<b>Programa educativo en los que se imparte:</b> Maestría en Biotecnología						

*PRESENTACIÓN*

1.1. Proporcionar al alumno los conceptos necesarios para comprender la utilidad Relación estructura-función de proteínas, aplicados para la resolución de problemas biotecnológicos. Enlace peptídico: evidencias experimentales, Síntesis de péptidos: química, ribosomal, Funciones, Interacciones estereoquímicas, Diferentes clasificaciones de las proteínas

*PROPÓSITOS*

Proporcionar al estudiante los fundamentos básicos integrales que le permita comprender las relaciones estructura-función de proteínas, mediante la lectura, el análisis y discusión de artículos relacionados al tema.

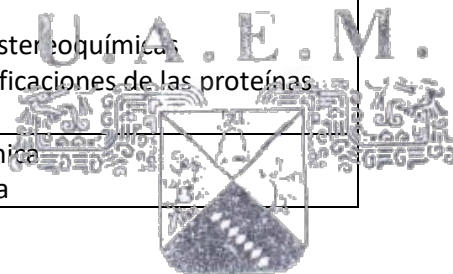


## COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

<b>Competencias genéricas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónomo</li> <li>• Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente</li> <li>• Capacidad para la investigación</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información</li> <li>• Habilidad para el trabajo colaborativo</li> <li>• Habilidad para el trabajo autónomo</li> <li>• Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión</li> </ul>
<b>Competencias específicas</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacidad para comunicarse en un segundo idioma.</li> <li>2. Se familiariza con conceptos teóricos Relación estructura-función de proteínas</li> <li>3. Comprende la importancia de la existencia de diferentes tipos de proteínas. Busca herramientas y metodologías para poder analizar y caracterizar los microorganismos.</li> <li>4. Conoce las aplicaciones biotecnológicas.</li> </ol> <p>Maneja de manera crítica la información científica y/o técnica relativa al área, de fuentes especializadas de actualidad</p>

## CONTENIDOS

<b>Bloques</b>	<b>Temas</b>
TEMA 1. FUNDAMENTOS BÁSICOS.	
I. Introducción al estudio de las proteínas Composición química	1.2. Enlace peptídico: evidencias experimentales 1.3. Síntesis de péptidos: química, ribosomal 1.4. Funciones 1.5. Interacciones estereoquímicas 1.6. Diferentes clasificaciones de las proteínas
II. Aminoácidos	2.1. Estructura química 2.2. Estereoisomería



Bloques	Temas
	2.3. Clasificación y características químicas individuales 2.4. Aminoácidos no proteicos. 2.5. Modificaciones post-traduccionales 2.6. Comportamiento ácido-básico 2.7. Péptidos activos
III. Estructura de proteínas	3.1. Niveles estructurales en las proteínas 3.2. Estructura primaria. 3.3. Predicciones a partir de estructura primaria: hidrofobicidad, estructura secundaria, diagrama de Ramachandran, Proteínas homólogas 3.4. Estructura secundaria 3.5. Proteínas globulares: estructuras supra-secundarias 3.6. Determinación experimental de la estructura secundaria 3.7. Estructura terciaria: fuerzas que mantienen la estructura terciaria 3.8. Dominios estructurales 3.9. Estructura cuaternaria: fuerzas que mantienen la estructura cuaternaria 3.10. Modificaciones covalentes de la estructura proteica 3.11. Complejos multienzimáticos
IV. Propiedades de las Proteínas	4.1 Comportamiento ácido-básico. 4.2 Técnicas utilizadas en el estudio de proteínas. 4.3 Estabilidad de proteínas. Desnaturalización. 4.4 Plegamiento de proteínas. Entropía conformacional, entalpía de plegamiento y efectos hidrofóbicos. 4.5 Patrones de plegamiento 4.6 Enzimas que participan en el plegamiento.
V Interacciones ligando-proteína	5.1. Interacciones ligando-proteína. 5.2. Dinámica conformacional. 5.3. Sitios de unión. 5.4. Determinación de Kd y Bmax
VI. Diversidad Proteica	5.1. Evolución divergente 5.2. Evolución convergente 5.3. Dominios y evolución

Bloques	Temas
	5.4. Evolución de proteínas por fusión de fragmentos de genes 5.5. Homología, identidad de secuencias y similitudes estructurales
<b>TEMA 2.</b> Revisión de artículos	Estudio pormenorizado de algunas proteínas con énfasis en la relación estructura/función.
<b>TEMA 3.</b> Bioinformática	Bioinformática en el estudio de proteínas

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas			
Aprendizaje basado en problemas	( )	Nemotecnia	( )
Estudios de caso	( )	Análisis de textos	( )
Trabajo colaborativo	( )	Seminarios	( )
Plenaria	( )	Debate	( )
Ensayo	( )	Taller	( )
Mapas conceptuales	( )	Ponencia científica	( )
Diseño de proyectos	( )	Elaboración de síntesis	( )
Mapa mental	( )	Monografía	( )
Práctica reflexiva	( )	Reporte de lectura	( )
Trípticos	( )	Exposición oral	( )
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	( )	Experimentación (prácticas)	( )
Debate o Panel	( )	Trabajos de investigación documental	( )
Lectura comentada	( )	Anteproyectos de investigación	( )
Seminario de investigación	( )	Discusión guiada	( )

Estudio de Casos	( )	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	( )
Foro	( )	Actividad focal	( )
Demostraciones	( )	Analogías	( )
Ejercicios prácticos (series de problemas)	( )	Método de proyectos	( )
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	( )	Actividades generadoras de información previa	( )
Organizadores previos	( )	Exploración de la web	( )
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( )	Enunciado de objetivo o intenciones	( )
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras):			

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Tareas/participación	10%
Discusión de artículos científicos	20%
Examen	40%
Exposición	10%
Presentación de proyecto	20%
<b>Total</b>	<b>100 %</b>

### PERFIL DEL PROFESOR

Doctor en Ciencias. Con experiencia docente, profesional y de investigación en el área de biotecnología

## REFERENCIAS

### Básicas:

L. STRYER, J.M. Berg & J.L. Tymoczko . BIOQUÍMICA 6ª Edición, 2007. Reverté.  
 C.K. MATHEWS, K.E. Van H LDE & K.G. AHERN BIOQUÍMICA 3ª Edición, 2002. Addison Wesley  
 D. VOET, J. G. VOET & C. W. PRATT FUNDAMENTOS DE BIOQUÍMICA 2ª Edición, 2006.  
 Panamericana  
 D.L. NELSON & M.M. COX LEHNINGER PRINCIPLES OF BIOCHEMISTRY 5th Edición, 2008. W.H.  
 Freeman)  
 D. VOET, J. & G. VOET BIOQUÍMICA 3ª Edición, 2006. Panamericana

## BIOINFORMÁTICA EN EL SISTEMA UNIX PARA ANÁLISIS GENÓMICOS

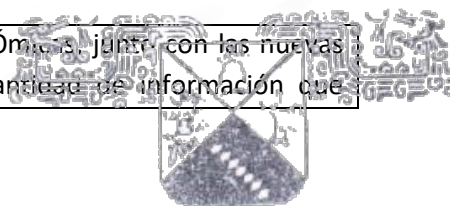
### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

<b>Unidad académica:</b> Centro de Investigaciones en Biotecnología						
<b>Programa educativo:</b> Maestría en Biotecnología						
<b>Unidad de aprendizaje:</b>  bioinformática en el sistema unix para análisis genómicos				<b>Eje de formación:</b> Teórico		
<b>Elaborada por:</b> Dr. Edgar Dantán González				<b>Fecha de elaboración:</b>		
<b>Actualizada por:</b>				<b>Fecha de revisión y actualización:</b>		
Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje :	Carácter de la unidad de aprendizaje :	Modalidad:
4	NA	54	6	Teórico	Tópico Selecto	Presencial
<b>Programa (s) educativo (s) en los que se imparte:</b>						

### PRESENTACIÓN

Con los avances en biología molecular y en las áreas denominadas Ómicas, junto con las nuevas tecnologías de secuenciación masiva, se ha generado una gran cantidad de información que

U.A.E.M.



SECRETARIA  
GENERAL

difícilmente es procesada por métodos tradicionales. Para procesar esta información se han creado bases de datos especializadas para su almacenamiento. Actualmente muchas de estas bases están disponibles y la mayoría de ellas son de uso libre para la comunidad científica.

La bioinformática juega un papel clave en la unificación de la informática con otras ciencias como la biología y la genómica, que ha permitido la creación de herramientas computacionales, para el uso y manejo de las distintas bases de datos. Por lo que tener un conocimiento básico de estas herramientas, tiene una enorme repercusión en la investigación científica, que permite al alumno integrar esta información en sus proyectos de investigación. Este curso está dirigido a estudiantes de Maestría y doctorado con interés en aprender el uso del sistema operativo UNIX para el manejo de bases de datos y software bioinformáticos, que le faciliten el uso de las distintas herramientas bioinformáticas a través de la línea de comandos. El curso está diseñado para que el alumno realice ejercicios del área de biología molecular, genética y genómica, que le permitan poner en práctica los conocimientos adquiridos, de tal forma que se le facilite el uso y manejo del Sistema Operativo UNIX, así como de las distintas herramientas disponibles en la red. Al final el alumno presentará un proyecto en el que utilice una o más herramientas utilizadas en el curso.

### PROPÓSITOS

Que el alumno desarrolle la capacidad de utilizar de manera eficiente de las herramientas computacionales y bioinformáticas a través del manejo del lenguaje del sistema operativo UNIX, para aplicar los conocimientos adquiridos en problemas concretos o de interés.

### COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

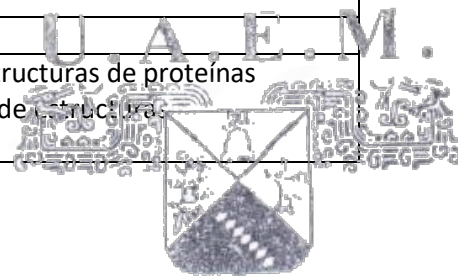
<b>Competencias genéricas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para el aprendizaje de forma autónomo</li> <li>• Capacidad de pensamiento crítico y reflexivo</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Capacidad de abstracción, análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente</li> <li>• Capacidad para la investigación</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información</li> <li>• Habilidad para el trabajo colaborativo</li> <li>• Habilidad para el trabajo autónomo</li> <li>• Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión</li> </ul>
<b>Competencias específicas</b>



1. Capacidad para comunicarse en un segundo idioma.
2. Se familiariza con conceptos teóricos de bioinformática en el sistema unix para análisis genómicos
3. Comprende la importancia de la existencia de diferentes tipos de microorganismos. Busca herramientas y metodologías para poder analizar y caracterizar los microorganismos.
4. Conoce las aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos extremófilos.
5. Maneja de manera crítica la información científica y/o técnica relativa al área, de fuentes especializadas de actualidad

## CONTENIDOS

Bloques	Temas
Módulo 1: <i>Descripción del curso, introducción al lenguaje Unix.</i>	
1. Nociones sobre el uso del sistema operativo tipo UNIX (2 clases)	1.1. Introducción a sistemas operativos 1.2. Uso de línea de comandos 1.3. Tuberías Aspectos generales de programación
2. Nociones sobre Bases de datos y servicios Web	2.1. Descripción de formatos de secuencias 2.2. Obtención de datos a partir de datos primarios 2.3. Centros de bioinformática 2.4. NCBI, EBI, SWISSPROT, UNIPROT, 2.5. Superfamily, Pfam, PDB 2.6. Consulta de bases de datos
Módulo 2: Bases del manejo de datos, secuencias DNA y proteínas	
1. Alineamiento de secuencias y sus herramientas.	1.1. Alineamientos locales de secuencia 1.2. Alineamientos de pares de secuencia 1.3. Alineamientos múltiples 1.4. Búsqueda de motivos (1 clase)
2. Búsqueda de motivos	
3. Estructura de proteínas, programas y predicción	3.1. Introducción a la predicción de estructuras de proteínas 3.2. Clasificación de proteínas, niveles de estructura 3.3. Bases de datos



Bloques	Temas
	3.4. Métodos para el estudio de estructuras de proteínas y predicción Modelaje de proteínas
4. Secuenciamiento masivo	4.1. Métodos de secuenciamiento 4.2. Ensamblaje 4.3. Anotación
Módulo 3. Aplicaciones teóricas, filogenia, redes, hitmaps	3.1. Herramientas para realizar filogenia (2 clases) 3.2. Conceptos básicos de filogenia 3.3. Árboles filogenéticos
1. Construcción de redes	Introducción a Cytoscape
Módulo 4: Integración de conocimientos (casos concretos)	
1. Integración de las herramientas.	Presentación de proyecto

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

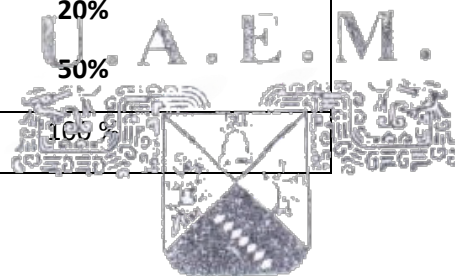
Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque X)			
Aprendizaje basado en problemas	( )	Nemotecnia	( )
Estudios de caso	( )	Análisis de textos	( )
Trabajo colaborativo	( )	Seminarios	( )
Plenaria	( )	Debate	( )
Ensayo	( )	Taller	( )
Mapas conceptuales	( )	Ponencia científica	( )
Diseño de proyectos	( )	Elaboración de síntesis	( )
Mapa mental	( )	Monografía	( )
Práctica reflexiva	( )	Reporte de lectura	( )
Trípticos	( )	Exposición oral	( )
Otros			

Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	( )	Experimentación (prácticas)	( )
Debate o Panel	( )	Trabajos de investigación documental	( )
Lectura comentada	( )	Anteproyectos de investigación	( )
Seminario de investigación	( )	Discusión guiada	( )
Estudio de Casos	( )	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	( )
Foro	( )	Actividad focal	( )
Demostraciones	( )	Analogías	( )
Ejercicios prácticos (series de problemas)	( )	Método de proyectos	( )
Interacción la realidad (a través de videos, fotografías, dibujos y software especialmente diseñado).	( )	Actividades generadoras de información previa	( )
Organizadores previos	( )	Exploración de la web	( )
Archivo	( )	Portafolio de evidencias	( )
Ambiente virtual (foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	( )	Enunciado de objetivo o intenciones	( )
Otra, especifique (lluvia de ideas, mesa redonda, textos programados, cine, teatro, juego de roles, experiencia estructurada, diario reflexivo, entre otras):			

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
Participación en clase	10%
Tareas	20%
Exámenes	20%
Exposición final	50%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

PERFIL DEL PROFESOR





## Maestría en Biotecnología



Doctor en Ciencias, con especialidad en algún área de las ciencias naturales, que el profesor cuente con experiencia en uso de bases de datos y manejo de diversas herramientas bioinformáticas.

