



Maestría en Biotecnología



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE  
MORELOS

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA

PLAN DE ESTUDIOS  
MAESTRÍA EN BIOTECNOLOGÍA

**Grado a otorgar:** maestría

**Orientación:** investigación

**Modalidad:** escolarizada

**Duración:** dos años

**Consejo Interno de Posgrado:** junio de 2022

**Consejo Técnico:** junio de 2022

**Comisión Académica de Consejo Universitario:** junio de 2022

**Consejo Universitario:** junio 2022

Ciudad Universitaria, Cuernavaca, Morelos, junio de 2022

U.A.E.M.



Nitro Software, Inc.  
100 Portable Document Lane  
Wonderland

SECRETARIA  
GENERAL



# Maestría en Biotecnología



## DIRECTORIO INSTITUCIONAL

**Dr. Gustavo Urquiza Beltrán**  
Rector

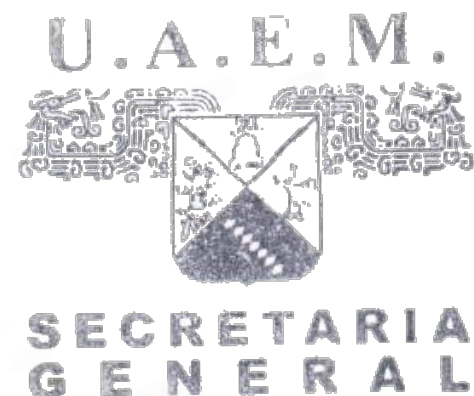
**Mtra. Fabiola Álvarez Velasco**  
Secretaria General

**Dr. José Mario Ordoñez Palacios**  
Secretario Académico de la UAEM

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

**Dra. María del Refugio Trejo Hernández**  
Directora del Centro de Investigación en Biotecnología

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



## FECHAS DE APROBACIÓN POR LOS ÓRGANOS COLEGIADOS

### **Diseño curricular de 1992**

Diseño curricular del plan de estudios de 1992  
H. Consejo Universitario: 14 de mayo de 1992

### **Reestructuración curricular de 2003**

H. Consejo Universitario: 18 de diciembre de 2003

### **Reestructuración curricular de 2007**

H. Consejo Universitario: 29 de marzo de 2007

### **Reestructuración curricular de 2012**

Consejo Técnico: 30 de noviembre de 2012  
Comisiones Académicas: 5 de diciembre de 2012  
H. Consejo Universitario: 14 de diciembre de 2012

### **Reestructuración curricular de 2016**

Consejo Técnico: 27 de abril de 2016  
Comisiones Académicas del Consejo Universitario: 4 mayo de 2016  
Consejo Universitario: mayo de 2016

### **Reestructuración curricular de 2018**

Consejo Técnico: 05 de noviembre de 2018  
Comisiones Académicas del Consejo Universitario: noviembre de 2018  
Consejo Universitario: 14 de diciembre de 2018

### **Modificación curricular de 2020**

Consejo Técnico: 27 de febrero de 2020  
Comisiones Académicas de Consejo Universitario: marzo de 2020  
Consejo Universitario: marzo de 2020

### **Reestructuración curricular de 2022**

Consejo Interno Técnico: junio de 2022  
Consejo Técnico: junio de 2022  
Comisión Académica de Consejo Universitario: junio de 2022  
Consejo Universitario: junio de 2022

## COMISIONES RESPONSABLES DE LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO Y LAS REESTRUCTURACIONES CURRICULARES

### Integrantes de la Comisión de Reestructuración Curricular 2012

Dra. María del Carmen Gutiérrez Villafuerte  
Dr. Víctor Manuel Hernández Velázquez  
Dra. Irene de la Concepción Perea Arango  
Dra. María Laura Ortiz Hernández  
Dra. Elba Cristina Villegas Villarreal

#### Asesoría Técnica Metodológica

Dra. Ma. Guadalupe Medina Márquez  
Lic. Ernestina Guadalupe Benítez Puente

### Integrantes de la Comisión de Reestructuración Curricular 2016

Dra. María del Carmen Gutiérrez Villafuerte  
Dr. Víctor Manuel Hernández Velázquez  
Dra. Irene de la Concepción Perea Arango  
Biól. Fernanda Cristina Barrera Garduño  
Coordinadora Administrativa del CEIB

#### Asesoría Técnica Metodológica

MPD. Mónica Martínez Peralta  
MIE. Merle Lisbet García Estrada  
Lic. Brenda Castañeda Bernal  
Lic. Mercedes Carvajal Camargo

### Integrantes de la Comisión de Reestructuración Curricular 2018

Dra. Anabel Ortiz Caltempa  
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

### Integrantes de la Comisión de Modificación Curricular 2020

Dra. María del Carmen Gutiérrez Villafuerte

#### Asesoría Técnica Metodológica

MPD. Mónica Martínez Peralta  
L.I. Jacqueline Pineda Uribe

## COMISION RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DISEÑO Y LA REESTRUCTURACIÓN CURRICULAR 2022

Con apego a los Lineamientos de Diseño y Reestructuración Curricular y al Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM, se elaboró este documento por las/los siguientes profesoras/es investigadoras/es:

Dra. Susana Valencia Díaz

Dr. José Augusto Ramírez Trujillo

Dr. Edgar Dantán González

Dra. Irene de la Concepción Perea Arango

Dra. María del Refugio Trejo Hernández

Dra. María del Carmen Gutiérrez Villafuerte

### Asesoría Técnica Metodológica

MPD. Mónica Martínez Peralta

L.I. Jacqueline Pineda Uribe

## ÍNDICE

1. PRESENTACIÓN.....	8
2. JUSTIFICACIÓN.....	13
3. FUNDAMENTACIÓN .....	16
3.1 Fundamentos de política educativa .....	16
3.2 Fundamentos del contexto socioeconómico y cultural.....	18
3.3 Avances y tendencias de las disciplinas que conforman la profesión .....	22
3.4 Mercado de trabajo.....	23
3.5 Datos de oferta y demanda educativa .....	31
3.6 Análisis comparativo con otros planes de estudio .....	34
3.7 Evaluación del programa educativo a modificar .....	37
4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS.....	49
5.OBJETIVOS CURRICULARES.....	52
5.1 Objetivo General.....	52
5.1.1 Objetivos Específicos .....	52
6. PERFIL DEL ESTUDIANTADO .....	54
6.1 Perfil de Ingreso .....	54
6.2 Perfil de Egreso .....	54
6.2.1 Competencias Genéricas .....	55
6.2.2 Competencias Específicas .....	56
7. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.....	62
7.1 Flexibilidad Curricular .....	62
7.2 Ciclos de formación .....	68
7.3 Ejes Generales de la Formación .....	69
7.4 Tutorías .....	71
7.5 Líneas de Generación y/o Aplicación del Conocimiento.....	71
7.6 Vinculación .....	72
8.MAPA CURRICULAR .....	75
9. MEDIACIÓN FORMATIVA.....	77
10. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE .....	79
11. UNIDADES DE APRENDIZAJE.....	82
12. REQUISITOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO .....	85
12.1 Requisito de ingreso.....	85

12.2 Requisitos de permanencia .....	89
12.3 Requisitos de egreso .....	89
13. TRANSICIÓN CURRICULAR .....	91
14. CONDICIONES PARA LA GESTIÓN Y OPERACIÓN.....	92
14.1 Recursos humanos.....	92
14.2 Recursos financieros .....	96
14.3 Infraestructura .....	96
14.4 Recursos materiales.....	98
14.5 Estrategias de desarrollo.....	99
15. SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR.....	101
Bibliografía.....	105
ANEXOS.....	106

## 1. PRESENTACIÓN

La Maestría en Biotecnología, con sede en el Centro de Investigación en Biotecnología (CEIB), deriva del Posgrado en Biotecnología (Maestría y Doctorado en Biotecnología) aprobado el 14 de mayo de 1992 por el H. Consejo Universitario de la UAEM, cuyo propósito general fue “preparar profesionales de la más elevada calidad académica en el área; recursos humanos profesionalizados en el desarrollo de la investigación y la generación de tecnologías propias, así como la transferencia e implementación de tecnologías adecuadas, sustentadas en el conocimiento de frontera, y presentando el carácter competitivo e innovador en sus áreas de incidencia” (UAEM, s/p,1992).

En diciembre de 2003 se llevó a cabo la actualización del Programa y el 28 de marzo de 2007 se aprobó, por el H. Consejo Universitario de la UAEM la propuesta de separar el Programa de Posgrado en: Maestría en Biotecnología (MB) y Doctorado en Biotecnología, respetando la estructura de los planes de estudios de ambos programas académicos.

Con la finalidad de mejorar los niveles de calidad de la MB, tomando en cuenta las condiciones sociales y económicas prevalecientes en nuestro país y acorde a las políticas del Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACyT, este programa educativo (PE) se ha reestructurado curricularmente en los años 2012, 2016 y 2018 y modificado en 2020 no sólo en su parte académica sino, además, en la operativa.

Esta disciplina del conocimiento es, sin lugar a duda, un campo potencial de desarrollo para el estudiantado de este Posgrado. La MB está orientada a la investigación, formando recursos humanos de alta calidad académica en biotecnología con capacidad crítica y creativa, a través de la realización de investigaciones originales. 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 del estudiantado y favoreciendo la interdisciplinariedad. Los sectores en los que este Posgrado incide directamente son en los de salud, ambiental y agropecuario; sectores sustentados en las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGACs) que cultivan las/los



integrantes del Núcleo Académico (NA) tanto en lo individual, como en los Cuerpos Académicos (CA) a los que pertenecen; favoreciendo con ello, la inter y la multidisciplinariedad. Quienes egresan de la MB están capacitados para apoyar proyectos de investigación básica y/o aplicada en las áreas ambiental, agropecuaria y de la salud.

La MB estimula la capacidad innovadora y creativa de quienes egresan para impulsar la generación de productos y de procesos biotecnológicos, 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 quienes egresan contará con una base teórica sólida y con aplicación práctica de alta calidad, relativa a métodos biotecnológicos, que les permitirá incidir en la resolución de problemas a nivel regional, nacional y/o internacional de su área de conocimiento.

Este documento presenta la reestructuración curricular 2022 de la 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 de 2017. Los cambios realizados están encaminados a establecer la congruencia entre el plan de estudio de la MB con el Reglamento General de Estudios de Posgrado (RGEP) aprobado en el 2020 (Título segundo de los programas de investigación y posgrado, Artículo 92, Capítulo I (De la reestructuración o modificación curricular de los planes de estudios de posgrado). El papel de la Universidad, al apoyar este tipo de cambios, es el de coadyuvar a la formación y preparación de recursos humanos altamente especializados.

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

La reestructuración curricular 2022 presenta la revisión y actualización del PE vigente de acuerdo con el RGEP vigente y a las políticas del CONACyT. Cabe hacer notar, que los cambios propuestos responden al análisis colegiado por el profesorado del NA del PE, así como al resultado de la evaluación plenaria de 2020 por el comité de pares académicos del CONACyT. Los cambios están orientados básicamente, a la adecuación y modificación de los aspectos operativos del PE y a la reestructuración de objetivos, metas, LGACs, perfil de ingreso y de egreso, para dar mayor congruencia entre ellos; atendiendo a las competencias, tanto genéricas como específicas de quienes egresan, con el propósito de mejorar la calidad del PE y asegurar a mediano plazo su internacionalización.

**PRESENTACIÓN**, se resaltan las características más relevantes del PE de la MB reestructurado en el año de 2022; así como los aspectos modificados y actualizados en esta reestructuración con la finalidad de mejorar la calidad y pertinencia del PE, así como la de mantener su vigencia.

**JUSTIFICACIÓN**, se exponen las razones que dieron lugar a la reestructuración y actualización de este plan de estudios; haciendo énfasis en la relevancia de la Biotecnología y en la necesidad de formar Maestras/os en esta área de conocimiento.

**FUNDAMENTACIÓN**, se exponen los argumentos que justifican al PE de la MB; dando cumplimiento a las políticas educativas nacionales, en el contexto socioeconómico y cultural, y al Plan Institucional de Desarrollo actual. Además, se hace la revisión del marco histórico nacional e internacional, así como de las tendencias de la Biotecnología para identificar el campo profesional y el mercado de trabajo para los Maestras/os en Biotecnología. Finalmente se analizan los datos de la oferta y demandas educativas en Biotecnología y se hace un estudio comparativo de este PE con otros programas nacionales e internacionales; presentando, además, el análisis de la evaluación interna y externa del PE; todo ello para fundamentar la pertinencia del programa.

**PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS**, se describen las principales características del PE haciendo énfasis en las innovaciones curriculares incorporadas, la mediación formativa y la asignación del sistema de créditos.

**OBJETIVOS CURRICULARES**, se enuncian los propósitos, general y específicos, así como las metas del PE en términos de lo que el estudiantado debe conocer y hacer al final del programa educativo; con base en los conocimientos y competencias que la/el Maestra/o en Biotecnología requiere para poder satisfacer las diversas necesidades de los sectores académico, industrial, de servicios y gubernamental.

**PERFIL DEL ESTUDIANTADO**, se establecen las capacidades mínimas que deben cumplir las/os candidatas/os para ingresar a la MB, así como las competencias genéricas y específicas con las que egresan, de acuerdo con las LGACs que maneja el programa y que son obtenidas en el transcurso de sus estudios en este programa.

**ESTRUCTURA ORGANIZATIVA**, se detallan las características generales del programa educativo en cuanto a los ciclos de formación, ejes formativos y LGACs en las que se apoya el PE de la MB. Se presentan la reformulación de la estructura curricular, el itinerario de formación, el sistema de tutorías y los criterios de flexibilidad. Además, se describen las Unidades de Aprendizaje del eje teórico: Cursos generales y Tópicos selectos; y del eje de Investigación: Trabajo experimental y Seminarios de investigación; se establece el número de créditos y la duración total del programa educativo. Asimismo, se describe la importancia de la vinculación y movilidad estudiantil para el desarrollo del programa.

**MAPA CURRICULAR**, se presenta una representación gráfica del tipo de unidades de aprendizaje con su número de horas y créditos correspondientes; incorporando, además, un ejemplo de trayectoria académica.

**MEDIACIÓN FORMATIVA**, se especifican las estrategias y acciones que se aplican en el proceso de enseñanza de la MB para la adquisición de competencias genéricas y específicas; haciendo énfasis en el papel fundamental de la tutoría individualizada como eje de formación del alumnado.

**EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE**, se describen los diferentes tipos de evaluación que se aplican al alumnado con relación al tipo de unidad de aprendizaje o actividad académica curricular o extracurricular.

**UNIDADES DE APRENDIZAJE**, se define en qué consiste cada uno de los diferentes tipos de unidades de aprendizaje que se imparten en la MB; además se presenta el listado de los cursos generales, así como las de algunos tópicos selectos relacionados a las 3 LGAC del PE de la MB.

**REQUISITOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO**, se establece el mecanismo de ingreso a la MB, así como los requisitos de ingreso, de permanencia; y los de egreso, tanto académicos como legales, que se deben cumplir en este programa. Asimismo, se señalan las causas de baja temporal o definitiva.

**TRANSICIÓN CURRICULAR**, se mencionan las generaciones que serán beneficiadas con esta reestructuración curricular.

**CONDICIONES PARA LA GESTIÓN Y OPERACIÓN**, se describen los aspectos en que se sustenta la operación de la MB: a) La estructura de la organización operativa del posgrado; b) la infraestructura académica (recursos humanos y materiales); c) los procesos administrativos; y d) las fuentes de financiamiento. Asimismo, se describen las acciones y estrategias que se proponen para que el PE consolide su calidad y asegure su permanencia dentro del PNPC del CONACyT.

**SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR**, se precisan los criterios y procedimientos metodológicos para mantener actualizado el PE de la MB; a través de una evaluación permanente, continua, sistemática e integral del PE por las comisiones de seguimiento y de evaluación curricular.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Los cambios sociales, políticos, económicos y ambientales son determinantes en el desarrollo de los países. Dentro de este contexto, es relevante destacar 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 indicadores del crecimiento y fortaleza de los países. La UAEM ha enfrentado diferentes retos dentro de estos procesos de cambio que conllevan a la equidad, modernización y excelencia académica de la educación pública, manteniendo siempre un alto compromiso social.

Atendiendo a las necesidades sociales del país, las tendencias en la educación pública integran esquemas académicos de calidad vinculados estrechamente a la investigación, la innovación y al desarrollo tecnológico. Por lo que la vinculación con el sector productivo y la formación de recursos humanos de alta calidad, son objetivos comunes dentro de los programas educativos de esta Universidad.

La MB no ha permanecido ajena a dichos procesos de modernización estructural y de excelencia académica. 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 continua del plan de estudios.

La biotecnología impacta considerablemente en todos los aspectos de la sociedad; lo cual se ve reflejado en áreas tan diversas como la agricultura, la ganadería, la salud (la industria farmacéutica), la industria alimentaria, etc. A partir del siglo XX, la gran actividad industrial, la agricultura tecnificada y el cambio de uso de suelo, por mencionar algunos, han contribuido drásticamente al deterioro ambiental; es en este contexto, que la biotecnología puede ofrecer soluciones y alternativas ambientalmente amigables basadas en elementos y procesos naturales. Sin embargo, a pesar de los avances significativos en el campo de la biotecnología, aún quedan retos importantes por resolver, que, gracias al gran avance de las tecnologías en esta área, resultan más factibles de solucionar.

En los países industrializados se invierte una cantidad considerable de recursos para el desarrollo de nuevas tecnologías y en 2021 la inversión en el área de la biotecnología es aún mayor. En México la inversión en desarrollos biotecnológicos es insuficiente, por lo que dichas tecnologías son importadas; sin embargo, muchas de ellas no son adecuadas para resolver los problemas prioritarios nacionales en salud, ambiente y alimentación; de ahí la necesidad de desarrollar procesos biotecnológicos innovadores. Por lo anterior, es necesaria la formación de recursos humanos altamente calificados que sean capaces de identificar y resolver, con estrategias biotecnológicas particulares, problemáticas ambientales, de salud y del sector agropecuario.

Las universidades públicas tienen el compromiso de formar recursos humanos capacitados para abordar diversos problemas en el campo de la biotecnología y desarrollar proyectos que incidan en la solución de problemáticas locales específicas. De este modo, un posgrado en Biotecnología es fundamental 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 de la UAEM<sup>1</sup>, 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 respondieron al análisis colegiado del plan de estudios por el profesorado 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 de la MB y a la reestructuración de objetivos, metas y LGACs. Además, y 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 2018 la MB se reestructuró, a partir del análisis realizado por los integrantes del grupo colegiado de profesores del posgrado, de acuerdo a lo que establece el PIDE 2018-2023 de la UAEM, *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 al desarrollo de la universidad hacia su internacionalización donde los estudiantes tengan la oportunidad de realizar movilidad e intercambio académico;* se actualizaron los contenidos de las unidades de aprendizaje y se redefinieron las LGACs para dar pertinencia a la investigación de frontera y mejorar la operatividad y fortalecimiento de la MB. Por su parte, en la autoevaluación de la MB del 2020, se estableció el 8 (ocho) como promedio mínimo de ingreso a la MB.

En el 2022, cumpliendo con lo establecido en el PIDE 2018-2023 de la UAEM y tomando como base los “Lineamientos de diseño y reestructuración curricular”, la evaluación plenaria del 2020 por el comité de pares académicos del CONACyT y la evaluación interna colegiada por el profesorado del NA, la MB se revisó y actualizó.

Lo anterior permite mantener los estándares de calidad y pertinencia de la MB que garanticen su permanencia en el Sistema Nacional de Posgrados (SNP) antes PNPC del CONACyT.

## 3. FUNDAMENTACIÓN

En la actualidad, la ciencia y la tecnología se han visto fortalecidas en sus diferentes áreas; particularmente aquellas ciencias de naturaleza multidisciplinaria, como lo es la biotecnología, la cual estudia el uso de organismos y/o sus productos para dar solución a algún problema de índole humano. En este sentido, la MB de la UAEM, a través de las áreas ambiental, agropecuaria y de salud, busca formar recursos humanos especializados en atender problemáticas relacionadas con el campo y la alimentación, con la salud y con el ambiente. Así mismo, la MB no descuida el derecho del estudiantado para recibir una educación incluyente, integral, de calidad, todo ello considerando la igualdad de género. A continuación, se describe cómo la MB se encuentra congruentemente vinculada atendiendo el marco educativo internacional, nacional, estatal e institucional. En particular, se desglosan los fundamentos en sus diferentes áreas.

### 3.1 Fundamentos de política educativa

El estado mexicano tiene el compromiso ante sus ciudadanos y la comunidad internacional, de garantizar universalmente el pleno ejercicio del derecho humano a la educación de calidad (INEE-IIPE UNESCO, 2018)<sup>2</sup>, que de acuerdo con la UNESCO la misión de la educación es “consolidar la paz, acabar con la pobreza e impulsar el desarrollo sostenible”. Por otro lado, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) contempla tres objetivos educativos que de manera sucinta dicen a) Garantizar el desarrollo de los conocimientos, competencias, actitudes y valores que el estudiantado necesita en su vida, b) Garantizar que el estudiantado conozca sus necesidades de aprendizaje y tenga la oportunidad y los medios para desarrollarlas y c) Garantizar que el profesorado esté capacitado para mejorar sus prácticas y tener un impacto positivo en el aprendizaje<sup>3</sup>. Mientras que, en el 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos, sin dejar a nadie atrás. La Agenda cuenta con 17 objetivos de desarrollo sostenible, que incluyen desde poner fin a la pobreza, seguridad alimentaria,



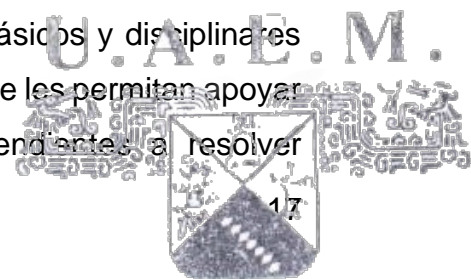


salud, educación, igualdad de género, agua y saneamiento, producción y consumo sostenibles, cambio climático, océanos, bosques, desertificación y diversidad biológica<sup>4</sup>.

En México se establecen las bases de una educación de inclusión social, que sea equitativa, integral y de excelencia en los diferentes tipos, niveles y modalidades del Sistema Educativo, a través de la implementación del Plan Nacional de Desarrollo (PND 2019-2024)<sup>5</sup> que busca la creación de empleos, el fortalecimiento del mercado interno, el impulso al agro, a la investigación, a la ciencia y a la educación. Lo anterior congruente también con los Programas Sectoriales de Educación (PSE 2020-2024)<sup>6</sup> y el Plan Estatal de Desarrollo (PED 2019-2024)<sup>7</sup>. Asimismo, el gobierno federal, en coordinación con el CONACyT, promueve la investigación científica y tecnológica en beneficio de la sociedad y del desarrollo nacional, apoyando a estudiantes y académicos con becas y otros estímulos en bien del conocimiento (PND 2019-2024).

De acuerdo con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y al PED, el estado de Morelos enfocará sus esfuerzos en promover la formación de recursos humanos de alto nivel y fortalecer la investigación en humanidades, ciencias y tecnología para avanzar en la consolidación de una sociedad del conocimiento que responda a las necesidades del contexto y desafíos del entorno. Es por ello que, la UAEM, a través del PIDE 2018-2023, hace eco de las políticas educativas del PED y a las recomendaciones de la OCDE; particularmente en lo referente a incorporar en los programas educativos, un Modelo Universitario caracterizado por elementos de flexibilidad, educación por competencias, formación para la investigación, nuevas tecnologías, inclusión y diversidad social, perspectiva ambiental y sustentable, entre otros rasgos innovadores de la formación universitarias, con el fin de contribuir a alcanzar el bienestar social.

En este contexto, dentro de la oferta educativa de la UAEM, se encuentra la MB con sede en el CEIB, cuyo objetivo es formar capital humano de alta calidad académica en biotecnología, a partir de la adquisición de conocimientos teóricos básicos y disciplinas aplicados a un trabajo experimental y el desarrollo de competencias que les permitan apoyar proyectos de investigación básica y/o desarrollo biotecnológico tendientes a resolver



problemas actuales prioritarios para el país enmarcados en las 3 LGACs que sustentan a la MB: Biotecnología Aplicada al Ambiente, Biotecnología de Productos en el Sector Salud y Biotecnología Agropecuaria; y que se incluyen en las áreas marcadas en el PND (Desarrollo Sostenible, Salud para Toda la Población y Autosuficiencia Alimentaria y Rescate del Campo).

La oportunidad de desarrollar y optimizar procesos en los sectores alimentario, industrial, agropecuario, de salud y de diagnóstico molecular, entre otros, ha fomentado la incorporación de técnicas biotecnológicas para la generación de nuevos productos y servicios para el beneficio de la población, dado su vasto rango de aplicación. Las/Los profesionistas que egresan de la MB, son capaces de desenvolverse en ambientes académicos, científicos e industriales, así como en áreas de investigación, desarrollo de nuevos productos, métodos de diagnóstico y procesos biotecnológicos, debido a que adquieren durante su formación, habilidades y herramientas necesarias tanto para la generación y aplicación de conocimiento, así como para realizar labores de difusión científica. Asimismo, su sólida formación científica los hace aptos para realizar estudios de doctorado en áreas afines a la biotecnología.

Además de la formación de alta calidad, es de gran interés para la MB, mantener los valores y atributos señalados en el Código Ético Universitario de la UAEM<sup>8</sup> aprobado en junio del 2017, en el que se señalan solidaridad, eticidad, compromiso, honestidad, libertad, justicia y responsabilidad social. Por sus conocimientos, habilidades y actitudes, los que egresan serán capaces de servir responsablemente a la sociedad mediante su inmersión en los sectores académico, productivo e industrial.

### 3.2 Fundamentos del contexto socioeconómico y cultural

La biotecnología es un sector estratégico para el desarrollo mundial, capaz de transformar el conocimiento en soluciones innovadoras que contribuyan a la preservación de la salud, el cuidado del medio ambiente, la producción de alimentos y las fuentes de energía. En el año 2020 el mercado biotecnológico a nivel mundial se valoró en cerca de 497 mil millones de dólares y se estima que crezca a una tasa compuesta anual de más de 9.4% entre 2021

y 2027<sup>9</sup>. El mercado biotecnológico se nutre de invenciones protegidas mediante patentes, siendo estas consideradas como indicadores del desarrollo de una sociedad. Según la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual de la Naciones Unidas (OMPI)<sup>10</sup>, en el 2020 México ocupó el lugar número 32° en solicitudes de patentes entre los 193 estados miembros. Ese mismo año, en el país se solicitaron 15,941 patentes, el 0.5% del total mundial, y se otorgaron 8702, la mayoría de ellas (95%) de origen extranjero, lo cual evidencia un escaso desarrollo científico y tecnológico nacional. Por lo tanto, para impulsar el desarrollo económico responsable de México, el gobierno federal promueve la investigación científica y tecnológica, implementando una política de cambio tecnológico de vanguardia e innovación abierta, capaz de hacer frente a los problemas nacionales prioritarios (PND 2019-2024; PIDE 2020-2024; CONACyT)<sup>11</sup>.

De acuerdo con el Índice Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015, publicado por el Centro de Análisis para la Investigación en Innovación (CAIINNO)<sup>12</sup>, la entidad se ubica en la 20a posición de las 32 entidades. Entre los principales indicadores que reporta dicho índice, la entidad ocupa los siguientes lugares: 3o en infraestructura material e intelectual, 9o en inversión y privada en ciencia, tecnología e innovación, 2o en producción científica y 8o en tecnologías de la Información. Los últimos datos registrados del INEGI (2019)<sup>13</sup> indican que en el estado de Morelos existen alrededor de 4000 empresas en el área de alimentos, 400 empresas involucradas en la agricultura, cría y exportación de animales, 30 en el giro farmacéutico y 17 en el de diagnóstico. De acuerdo con la Secretaria de Desarrollo Sustentable de Morelos<sup>14</sup> hay 158 empresas en el área ambiental, de éstas, 95 empresas exportadoras de productos en el área de biotecnología. Por lo tanto, en el estado de Morelos el desarrollo de la industria biotecnológica requiere de profesionistas preparados para afrontar los retos actuales.

México ofrece una oportunidad atractiva para el desarrollo de la biotecnología comercial, ya que cuenta con una gran biodiversidad, mano de obra capacitada y costos competitivos, así como con tratados de libre comercio con 46 países, una posición geográfica privilegiada y un marco legal y regulatorio accesible. En el país 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. Entre ellas destacan: GreenCorp, Semillas Papalotlas, Grupo Silanes, Probiomed, Applied Biotec, Bokados, Avimex, Biokrone, Tangibles Nous y Grupo Viz. 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>15, 16</sup>

El desarrollo de la biotecnología mexicana 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 2030, la población mexicana ascenderá a 138.1 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 2030, se requerirá 14% más de alimentos para satisfacer a la población nacional<sup>16</sup>. Además de las demandas de alimentación, se requerirán mejores servicios de salud adaptados a las nuevas realidades demográficas de la población y a los efectos de la pandemia. En los próximos años 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 infecciones de transmisión sexual, enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes o enfermedades respiratorias crónicas. 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 de tratamientos efectivos.

En el sector ambiental, la contribución de la biotecnología no será menor. México se enfrenta a las consecuencias socio ambientales del cambio climático, la contaminación y la pérdida

de los ecosistemas y su biodiversidad. Esta es la realidad de los estados del Golfo de México con pérdidas de hasta el 80% de sus ecosistemas, convertidos en tierras de labranza y pastoreo. Como consecuencia del deterioro de los ecosistemas, la mitad de las especies de mamíferos, anfibios y reptiles descritas en el país se encuentran en riesgo de extinción. La biotecnología ofrece estrategias y herramientas útiles para la conservación de especies y remediación ambiental. Otro problema relevante que debe ser abordado desde diferentes disciplinas, incluyendo la biotecnología, es el cambio climático; se proyectan entre los años 2015 y 2039, un incremento de la temperatura en el norte del país y una disminución de entre 10 y 20% de las lluvias. El cambio climático no solo tiene impacto en el ambiente; también afecta la salud, compromete la seguridad alimentaria, el desarrollo de las actividades productivas y la disponibilidad y calidad del agua. En este sentido, México es particularmente vulnerable a los impactos del cambio climático: se estima que alrededor del 68% de la población y el 71% de su Producto Interno Bruto (PIB) están expuestos a sus efectos negativos. La biotecnología tiene el potencial para afrontar estos efectos a través de la producción de nuevas variedades de animales con características mejoradas, así como a la generación de variedades de plantas con mayores rendimientos y valor nutricional, resistentes a plagas, herbicidas, heladas e incluso sequías<sup>16</sup>.

En el Estado de Morelos se han identificado problemas de salud pública derivados del aumento de la población urbana, el cambio 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 la implementación 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 los grandes retos, en materia de salud, conservación de los recursos naturales, agroalimentación, innovación y tecnología. Los egresados de la MB contribuyen a resolver estas nuevas demandas del entorno, bajo una perspectiva de sustentabilidad en beneficio de la sociedad, del desarrollo estatal y nacional.

### 3.3 Avances y tendencias de las disciplinas que conforman la profesión

Previo a la década de los 70's, se establecieron los primeros procesos biotecnológicos, utilizando procesos biológicos tecnificados en la fermentación, lo que permitió la obtención de 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 en común, el uso de organismos aislados de la naturaleza, seleccionados y/o modificados por el hombre para convertirlos en mejores productores, utilizando para ello técnicas clásicas de microbiología y genética.

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, logrando con ello la modificación genética de especies. Los avances en el conocimiento del ADN y las proteínas, así como de las metodologías para manipularlos, constituyeron una de las plataformas de despegue de la biotecnología moderna.

El surgimiento de la biotecnología moderna en los años 80's se definió como una actividad cuyo sustento es el conocimiento de frontera generado en diversas disciplinas (la biología molecular, la bioquímica, la microbiología, la inmunología, la bioinformática y la ingeniería química), que permiten el estudio integral y la manipulación de los sistemas biológicos con enfoques multidisciplinario e interdisciplinario.

La interdisciplinariedad de la biotecnología impulsó a finales del siglo XX la innovación y desarrollo en la biología molecular para el surgimiento de la genómica, metabolómica y proteómica; disciplinas que han contribuido de manera significativa en la generación de proteínas terapéuticas y otros fármacos, principalmente útiles para el tratamiento de enfermedades crónicas y el desarrollo de vacunas. Las "ómicas" también impactan en otros sectores industriales, para resolver problemas medioambientales, agrícolas y pecuarios.

Con el advenimiento del siglo XXI surge la biología sintética, una rama de la biotecnología que conjuga la ingeniería, biología, química e informática, para diseñar y producir sistemas biológicos nuevos o mejorar los existentes. Esta tecnología permite dar respuesta a los efectos del cambio climático en temas de salud, seguridad alimentaria y degradación



ambiental. Se estima para los próximos años una explosión de nuevas aplicaciones o alcances de la biología sintética, aunado al desarrollo de las tecnologías de “edición genética”, que permiten modificar cualquier célula de cualquier organismo vivo con el sistema CRISPR-Cas9 (Clustered, Regularly, Interspaced, Short, Palindromic, Repeats/Repeticiones palindrómicas, cortas, agrupadas y regularmente interespaciadas). 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.

A partir del estudio integral de los genomas de diversos organismos y de la manipulación de los sistemas biológicos, la biotecnología 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 ambiental.

La reestructuración curricular 2022 que aquí se presenta, pretende otorgar al estudiantado de la MB, conocimientos teóricos básicos y disciplinares, a través del diseño e impartición de unidades de aprendizaje actuales y emergentes, que incorporan las nuevas tendencias y desarrollos científicos. De esta manera, se enriquece y facilita el trabajo experimental que realiza el estudiantado, en beneficio de la adquisición de competencias que respondan a necesidades actuales y futuras en el ámbito biotecnológico. Así pues, las y los estudiantes de la MB tienen la oportunidad de adquirir conocimientos en áreas innovadoras de la biotecnología, a través del desarrollo de un proyecto de tesis y del análisis y discusión de conocimiento de frontera adquirido en los 2 ejes formativos, todo ello acorde a las LGACs de la MB.

### 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 a quienes egresen 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 quienes egresan de la Maestría 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 estudiantes completaron sus programas de posgrado en áreas relacionadas con la biotecnología<sup>15</sup>.

A continuación, se describen los diferentes sectores en los que podrá incidir quien egresa de la Maestría en Biotecnología.

## 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 y tratamiento de enfermedades (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. Además, no sólo se han obtenido nuevos productos, sino también se han modificado los procesos en su producción obteniéndose productos 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 la productividad y disminuyan costos de producción de compuestos farmacéuticos. A partir de 2020, 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 de crecimiento económico. El sector emplea aproximadamente 25,000 personas en más de 32 empresas biotecnológicas. El número de personas altamente calificadas que ingresan al mercado, se prevé que seguirá aumentando de manera constante, al igual que el número de biotecnólogos requeridos.

## Sector agropecuario

En este sector, se espera que quienes egresan de la MB 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.

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 productos 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<sup>17</sup>.

## Sector alimentario

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2009)<sup>18</sup> reporta que el mundo enfrentará un aumento del 70% en la demanda alimentaria para el 2050, considerando una población de 9,000 millones de personas. 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 del uso de productos. Como se ha observado en la industria alimentaria, con la innovación de 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.

## 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 de 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<sup>19</sup>.

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 del 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.

## 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, 2017). El gobierno federal a través de la SEMARNAT ha planteado estrategias para disminuir la contaminación en el país hasta en 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 para la gestión, monitoreo, diagnóstico, protección, remediación del medio ambiente y aprovechamiento de los recursos naturales nacionales.

Hay diferentes ámbitos en los cuales se puede esperar la aplicación de procesos biotecnológicos para la protección y remediación del medio ambiente. 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<sup>20</sup>. 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.

## **Ámbito de trabajo de quienes egresan de la MB**

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 salud del planeta, la autosuficiencia alimentaria y el control de enfermedades emergentes como la covid 19 son algunos de las grandes preocupaciones de este siglo, que consolidan el papel de la biotecnología como pieza fundamental de la maquinaria puesta en marcha

para alcanzar los objetivos marcados en el PND 2019-2024. Por ello, las tendencias del mercado de trabajo en México de los egresados de la MB se sitúan en los sectores:

- Farmacéutico (salud): desarrollo de medicamentos, vacunas y métodos diagnósticos a través de la aplicación de las ciencias ómicas, edición de genomas, secuenciación, generación masiva y manejo de datos biológicos (clasificación, comparación, diagnóstico y certificación). Identificación, caracterización y evaluación farmacológica de productos naturales.
- Agropecuario: control de plagas, conservación y aprovechamiento de la diversidad de recursos genéticos agropecuarios y forestales a través de la biotecnología moderna; bioseguridad; monitoreo de productos novedosos y análisis de impacto en el agroecosistema.
- Ambiental: biorremediación (metales, hidrocarburos), desarrollo de biofertilizantes, mejoramiento genético.
- Educación y capacitación

Con respecto a nuestro programa, la encuesta anual de seguimiento de egresados revela que la mayoría de los graduados de la MB se encuentran laborando en los sectores educativo, investigación, salud y empresarial; algunos ejemplos son: 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.

### 3.5 Datos de oferta y demanda educativa

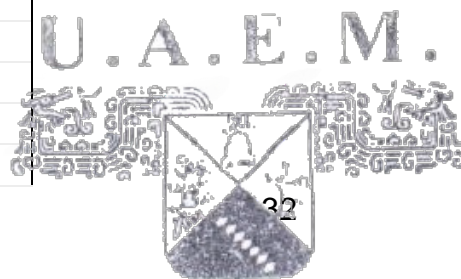
La biotecnología ha adquirido un estatus importante en los países desarrollados. Se trata de un campo vigoroso y probablemente de los más dinámicos dentro de las actividades científicas y tecnológicas. En México la oferta de formación de recursos humanos altamente especializados en el área biotecnológica se reúne en 33 programas inscritos en el Programa

Nacional de Posgrados de Calidad, en diferentes áreas del SNI (a 2021) (<http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/padron-pnpc.php>).

La demanda educativa a la MB está vinculada con el egreso del nivel de licenciaturas afines a la biotecnología. De acuerdo con la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES, 2021), considerando las universidades públicas, privadas, institutos tecnológicos, universidades politécnicas y universidades tecnológicas del país se cuenta con una matrícula para el nivel superior de 77 532 estudiantes y 9 949 egresados en el campo de las ciencias biológicas y ambientales. En la zona centro del país se localizan 14 instituciones de educación superior que forman parte del Consejo Regional Centro Sur y del Consejo Regional de la Zona Metropolitana; en el Consejo Regional Centro Sur se incluyen instituciones de Guerrero, Hidalgo, Morelos, Querétaro, Tlaxcala, Puebla y estado de México; en el Consejo Regional de la Zona Metropolitana se considera a las instituciones de la Ciudad de México. En el periodo 2020-21, había una matrícula de 34 581 estudiantes y un total de 4 397 egresados con un perfil afín al establecido para ingresar a la MB. En el Cuadro 1 se observa la matrícula y el número de egresados y titulados en la región centro sur y zona metropolitana de licenciaturas afines a la biotecnología<sup>21</sup>.

**Cuadro 1. Matrícula, titulados y egresados de licenciaturas afines a la biotecnología en la región centro sur y zona metropolitana**

ENTIDAD FEDERATIVA	Matrícula Total	Titulados Total	Egresados Total
CIUDAD DE MÉXICO	14,707	1,371	1,550
GUERRERO	2,878	291	444
HIDALGO	1,631	100	253
MÉXICO	6,559	691	978
MORELOS	1,801	126	279





**Cuadro 1. Matrícula, titulados y egresados de licenciaturas afines a la biotecnología en la región centro sur y zona metropolitana**

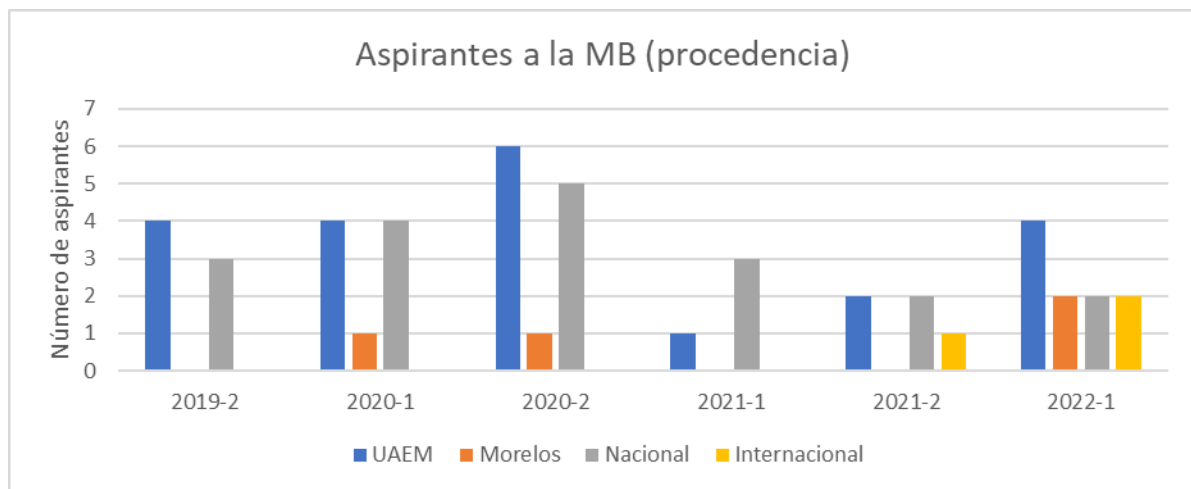
ENTIDAD FEDERATIVA	Matrícula Total	Titulados Total	Egresados Total
PUEBLA	6,249	592	791
TLAXCALA	756	53	102
Total	34,581	3,224	4,397

(ANUIES 2021)

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 quienes egresan 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. De 2019 a 2021 participaron en el proceso de selección para ingresar a la MB 47 aspirantes procedentes de Universidades e Institutos Tecnológicos de las regiones norte, sur y centro de la República Mexicana; siendo la Universidad Autónoma del Estado de Morelos la de mayor demanda. El 40.83% de las/los aspirantes fueron egresados de la licenciatura en Biología (UAEM), el 10.20% de otras facultades de la UAEM y el 44.89% corresponden a egresados de las siguientes instituciones nacionales: Universidad Politécnica del Estado de Morelos, Universidad Autónoma de Guerrero, Universidad Tecnológica de la Selva (Chiapas), Instituto Politécnico de Guerrero, Universidad Tecnológica de Durango, Instituto Tecnológico de Acapulco, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Universidad Autónoma de Chihuahua, Universidad Agraria Antonio Narro (Coahuila), Universidad Autónoma del Estado de México, Tecnológico Nacional de México (Celaya), Universidad de la Cañada (Oaxaca), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Tecnológico de Celaya y Universidad Veracruzana; y el 4.08% corresponde a aspirantes extranjeros de la Universidad de la Habana Cuba, la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador y la Universidad de Quintio de Colombia.



Al analizar el número de aspirantes de las últimas 6 convocatorias de ingreso a la MB correspondientes a los semestres 2019-2, 2020-1, 2020-2, 2021-1, 2021-2 y 2022-1 observamos una baja demanda, siendo la generación 2021-1 la más baja, con una demanda de únicamente 4 aspirantes, esto pudo ser consecuencia de la pandemia de covid19 (Gráfica 1). Cabe hacer notar que para la convocatoria 2022-1 hubo un incremento en el número de aspirantes (10), atrayendo aspirantes nacionales e internacionales. Esperamos que a partir de la difusión de la MB en diferentes medios esta demanda aumente. Actualmente la MB tiene una matrícula de 32 estudiantes (1.3 estudiantes/profesor); de acuerdo a los requisitos del CONACyT (4 estudiantes/profesor) la MB tiene la capacidad de recibir a 16 estudiantes por semestre, por lo que tenemos que llevar a cabo una mayor difusión del PE.



Gráfica 1. Número de aspirantes en el período septiembre 2019 (2019-2) a enero 2022 (2022)

### 3.6 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 en desarrollo, consolidado o competencia internacional, orientación a la investigación, modalidad



escolarizada y dentro del área SNI de biotecnología y ciencias agropecuarias). Se encontraron 16 maestrías, 7 en desarrollo, 7 consolidadas, y dos con estatus internacional (ver anexo 1 Tabla 1). Posteriormente se localizó en la página web de cada maestría, información complementaria que permitiera realizar la comparación con la MB.

De las dieciséis maestrías identificadas, el 43.75% (7) se encuentran en la región centro de México, 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, Durango, Guanajuato, Veracruz, Guerrero, entre otros) y del extranjero.

Respecto a las LGACs, de las 15 maestrías (omitiendo MB), el 40% tiene una similar con la MB, 26.66% comparte dos, y el 6.6% presenta tres LGAC similares. Respecto a la región centro, el 14.28% de ellas comparte sólo una LGAC, el 42.85% comparten dos y ninguna tiene las tres LGAC 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 NA y otras instituciones nacionales e internacionales.

Los planes de estudios analizados y reportados por el PNPC muestran los siguientes créditos: tres maestrías requieren cubrir 68-88, seis maestrías 92-100, dos maestrías 112-123, una de 180, una de 274 (modalidad de cuatrimestres) y tres maestrías que no especifican. Para la MB el estudiantado debe cubrir 92 créditos. Los créditos de la MB han permitido que el PE cumpla con el 88% 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 su 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 el estudiantado, c) tiene un número de créditos equilibrado y d) su enfoque va desde la biotecnología básica hasta la aplicada.

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

Se analizaron 15 planes de estudios de programas de posgrado pertenecientes universidades de Argentina (1), Brasil (5), Chile (2), Colombia (3), Cuba (1), Perú (1) y Uruguay (1). El criterio de selección de éstos fue debido a que estudiantes extranjeros que optan por la MB del CEIB provienen de esos países y/o los profesores del NA del CEIB tienen colaboraciones con profesores de esas universidades. La búsqueda se realizó a través de la red de universidades Universia y visitando las páginas web de cada uno de los posgrados. Todos los programas analizados tienen una duración de dos años. El número de créditos máximo es de 160 y el mínimo de 30. Como puede observarse, más del 84% de los posgrados que presentan esta información, tienen menos créditos de los que tiene la MB. Solo la Maestría en Biología Molecular y Biotecnología de la Universidad Tecnológica de Pereira integra las tres LGACs de la MB. Para el resto de los planes de estudios analizados las líneas que manejan son similares, pero están enfocadas en las áreas de química, ciencias agronómicas (mayormente pecuarias), diagnóstico de enfermedades (animal, vegetal y humana) y de salud desde una perspectiva galénica.

El análisis comparativo con otros posgrados latinoamericanos (ver anexo 1 Tabla 2), observamos que, aunque todos los programas tienen una duración de dos años, los planes de estudios son semestrales con 30 a 160 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.

La MB promueve el trabajo interdisciplinario mediante la interacción entre las LGACs, 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 del estudiantado que ingresa a la MB; 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 estudiantado al trabajar directamente con su comité tutorial; y c) promoviendo la movilidad del estudiantado 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 estudiantado 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 del estudiantado, colaborando en la impartición de seminarios, recibiendo al estudiantado 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 LGACs de este posgrado, es por ello por lo que en los requisitos de ingreso se pide comprensión de lectura en el idioma inglés con la posibilidad de generar productos publicables.

### 3.7 Evaluación del programa educativo a modificar

La reestructuración curricular 2022 presenta la revisión y actualización del PE vigente en cumplimiento con el artículo 92 del Reglamento General de Estudios de Posgrado vigente y a las políticas actuales del CONACyT.

Los cambios propuestos responden al análisis colegiado del plan de estudios por el profesorado del NA de la MB, las opiniones expresadas por quienes egresan de la MB a través de una encuesta de salida, la encuesta de seguimiento de egresados y al resultado de la evaluación plenaria del 2020 por el comité de pares académicos del CONACyT. Los cambios están orientados básicamente, a la adecuación y modificación de los aspectos operativos del PE y a la reestructuración de objetivos, metas, LGAC y perfiles de ingreso y de egreso, para dar una mayor congruencia entre ellos; atendiendo a las competencias, tanto genéricas como específicas, que quien egresa adquirirá, con el propósito de mejorar la calidad del PE y asegurar a mediano plazo su internacionalización.

## Evaluación interna

La evaluación interna al plan de estudios vigente se realizó tanto en su aspecto operativo como en el académico, por las y los PITC integrantes del NA de la MB, en términos de lo establecido en los “Lineamientos de Diseño, Modificación y reestructuración curricular”.

El análisis colegiado realizado en el 2021 evidenció lo siguiente:

## Programa educativo

El PE de la MB está orientado a la investigación, formando recursos humanos de alta calidad académica en biotecnología, a partir de la adquisición de conocimientos teóricos básicos y disciplinares aplicados a un trabajo experimental. Al egresar, su formación académica les permitirá apoyar proyectos de investigación básica y/o aplicada en las áreas ambiental, agropecuaria y de la salud. Opera en 4 semestres y está constituida por 2 ejes de formación: teórico y de investigación. La MB impulsa la investigación biotecnológica original, inter y multidisciplinaria que les otorga las herramientas conceptuales y técnicas para responder a las necesidades de la sociedad y del mercado laboral; manejan herramientas biotecnológicas, conocimientos e información técnica y/o científica para contribuir en la formación de recursos humanos. Las LGACs que soportan el PE son actuales, pertinentes y abordan problemas complejos de la ciencia, la tecnología y la sociedad con un enfoque multidisciplinario para la solución sustentable y ética.

Los temas de las tesis de la MB son originales, poseen un enfoque multidisciplinario, pertinencia social y son congruentes con las LGACs del PE de la MB. Las actualizaciones de la MB se realizan de manera periódica (3 años) y se nutren de las opiniones de los miembros del NA, las del estudiantado, de quienes egresan y de los resultados de evaluación docente, investigación y vinculación, para mantener su vigencia y asegurar su pertinencia con las demandas de los sectores social, de salud, agropecuario y ambiental.

El PE de la MB se basa en un sistema tutorial, que le garantiza al estudiantado un alto nivel académico y le brinda una formación integral observada en la conformación de los comités tutorales donde al menos un integrante es externo al NA, garantizando la formación multidisciplinaria e integral del estudiantado; además, la flexibilidad de la MB le permite al estudiantado, cursar unidades de aprendizaje, tanto del eje teórico (tópicos selectos) como del eje de investigación (trabajo experimental) en dependencias e instituciones nacionales y/o internacionales externas al CEIB, reflejada en la movilidad del estudiantado.

Para garantizar la pertinencia de la MB y la competitividad académica de quienes egresan de la MB y su inserción laboral en los sectores social y productivo se requiere fortalecer y actualizar la Encuesta de Seguimientos de Egresados, así como generar el Programa de Satisfacción del Empleador. En el CEIB se implementó en el 2018 una encuesta de seguimientos de egresados, haciéndoles llegar un correo electrónico a su cuenta personal. La encuesta consiste en 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. Sin embargo, únicamente el 50% de los egresados han respondido la encuesta sin tener respuesta de su empleador. De los egresados que respondieron (89), 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 al SNI.

La baja participación de los egresados a la encuesta de seguimiento no ha permitido conocer a cabalidad su inserción en los sectores social y productivo; por lo que consideramos necesario concientizar al estudiantado, a través de reuniones institucionales

de la importancia de responder la encuesta de seguimiento de los egresados y generar en ellos el sentido de pertenencia. Asimismo, es necesario mejorar el Programa de Satisfacción del Empleador, para de esta manera, garantizar la pertinencia de la MB.

## Estudiantado

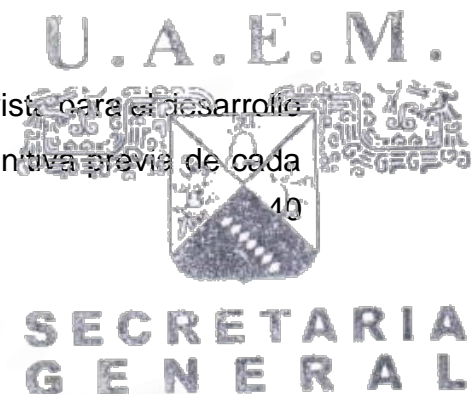
La MB, cuenta con un proceso de selección riguroso el cual permite únicamente el ingreso a los aspirantes que cumplen con la totalidad del perfil y requisitos de ingreso. El PE realiza un seguimiento periódico y calendarizado del avance del estudiantado de la MB a través de reuniones de la Comisión Académica Interna dos veces por semestre con el estudiantado y sus directores de tesis, verificando el avance en su investigación y revisando el cumplimiento de sus actividades académicas.

La fortaleza del PE es que plantea un esquema flexible centrado de manera fundamental, en un sistema tutorial colegiado, para dar seguimiento al desarrollo de su trabajo de tesis, así como en un modelo basado en competencias, genéricas y específicas, para formarse en un ámbito integral. El desarrollo y aplicación de la tutoría es fundamental debido a la flexibilidad del programa. El director/directora de tesis desempeña un papel fundamental en el seguimiento de su trabajo de tesis, siendo además interlocutor, acompañante y guía, además de ser el responsable de orientar y supervisar el proceso de investigación que desarrolla el estudiantado. En 2022 la MB cuenta con una matrícula de 33 estudiantes (generaciones vigentes: septiembre 2019-enero 2022), de estos han solicitado su baja definitiva el 6.06%. La MB es un programa con una eficiencia terminal de más del 88% y una tasa de graduación arriba del 89% (de las generaciones septiembre 2016 a febrero 2019).

Actualmente la relación estudiante/profesor es de 1.65, lo que nos indica una baja matrícula por lo que es necesario mejorar e implementar un programa de difusión del posgrado para captar un mayor número de estudiantes.

## Proceso de enseñanza- aprendizaje

El proceso enseñanza-aprendizaje se basa en un esquema constructivista para el desarrollo de nuevas competencias que, al estar fundadas en la estructura cognitiva previa de cada

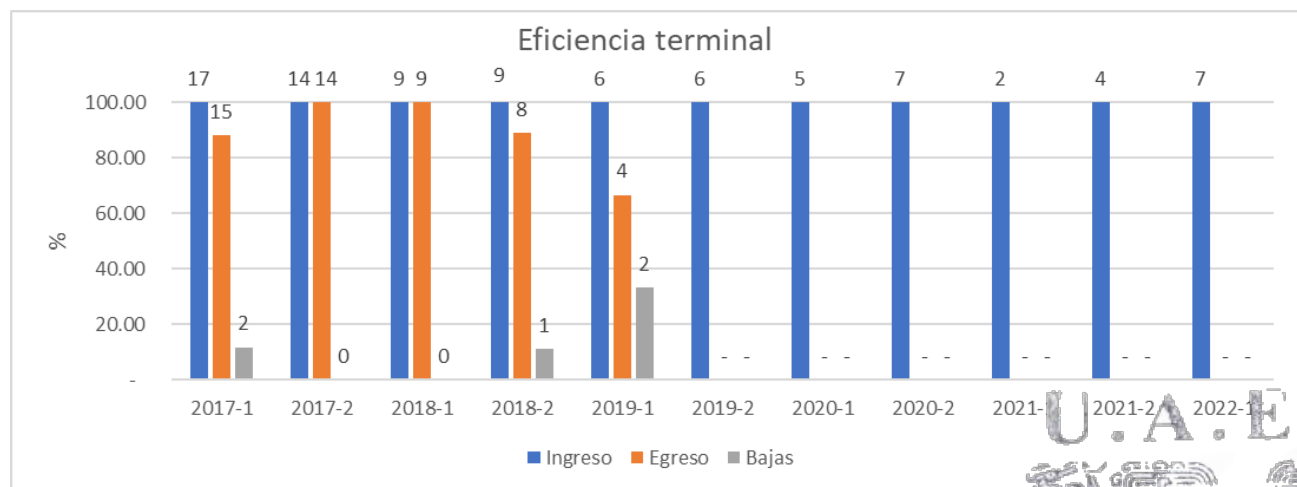




estudiante, se reflejan en un aprendizaje significativo. El aprendizaje se vuelve dinámico, ya que cada estudiantado toma parte activa en su propio aprendizaje y lo logra mediante tareas específicas, como el desarrollo de su proyecto de tesis, que le permiten formular y solucionar problemas en un proceso reflexivo crítico. Dentro de las estrategias de enseñanza-aprendizaje el estudiantado realiza actividades como: búsqueda de bibliografía, presentación de trabajos en seminarios, discusión en grupo, resolución de problemas específicos de forma independiente o colectiva y trabajo de laboratorio. Además, se impulsa el uso de tecnologías más recientes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que permitan al estudiantado la integración de conocimientos adquiridos en el planteamiento de alternativas para la solución de un problema. Cabe hacer notar que dentro de las modalidades de enseñanza-aprendizaje se incorporan otras actividades extracurriculares que permiten fortalecer su formación. Las actividades complementarias de la MB son movilidad, asistencia como ponentes a eventos académicos y en el 4º semestre la presentación de los resultados de su investigación en un seminario institucional; a través de estancias cortas y eventos académicos nacionales e internacionales, se promueve la movilidad.

## Eficiencia terminal, obtención del grado-reprobación, deserción y rezago

La gráfica 2 muestra la eficiencia terminal del período 2017- 2019. El análisis de la eficiencia terminal (ET) y tasa de graduación (TG) del periodo 2017- 2019 se observó lo siguiente:



Gráfica 2. Porcentaje de la eficiencia terminal en el periodo 2017-1 a 2022-1. Las barras nos indican el porcentaje de estudiantes inscritos en cada cohorte generacional (el número en parte superior de cada barra nos indica el número de estudiantes).

La generación 2017-1 ingresó en febrero de 2017. El grupo constaba de 17 estudiantes. El 88% de la generación, completaron el 100% de créditos y obtuvieron el grado. La eficiencia terminal de esa generación fue del 88% y 2 bajas 12%. La generación 2017-2 ingresó en septiembre de 2017, el grupo constaba de 14 estudiantes. El 100% de la generación, completaron el 100% de créditos y obtuvieron el grado. La eficiencia terminal de esa generación fue del 100%.

La generación 2018-1 ingresó en febrero de 2018. El grupo constaba de 9 estudiantes. El 100% de la generación, completaron el 100% de créditos y obtuvieron el grado. La eficiencia terminal de esa generación fue del 100%.

La generación 2018-2 ingresó en septiembre de 2018. El grupo constaba de 9 estudiantes. El 88% de la generación, completaron el 100% de créditos y obtuvieron el grado. La eficiencia terminal de esa generación fue del 88% y 1 bajas (11%).

La generación 2019-1 ingresó en febrero de 2019. El grupo constaba de 6 estudiantes. El 66% de la generación, completaron el 100% de créditos y obtuvieron el grado. La eficiencia terminal de esa generación fue del 66% y 2 bajas (34%).

La generación 2019-2 ingresó en septiembre de 2019, el grupo consta de 6 estudiantes y actualmente están en trámites para la obtención del grado.

La generación 2020-1 ingresó en febrero de 2020, el grupo consta de 5 estudiantes y actualmente y actualmente están en trámites para la obtención del grado.

La generación 2020-2 ingresó en septiembre de 2020, el grupo consta de 7 estudiantes y actualmente cursan el cuarto semestre.

La generación 2021-1 ingresó en enero de 2021, el grupo consta de 2 estudiantes y actualmente cursan el tercer semestre

La generación 2021-2 ingresó en septiembre de 2021, el grupo consta de 4 estudiantes y actualmente cursan el segundo semestre.

La generación 2022-1 ingresó en enero de 2021, el grupo consta de 7 estudiantes y actualmente cursan el primer semestre.

La buena eficiencia terminal se debe principalmente, a la implementación de los Comités Tutorales, ya que cada estudiante desde su ingreso tiene asignado un director de tesis quien dirige su trabajo de investigación, Además, el estudiantado cuenta con un Comité tutorial constituido por 5 PITC, una/uno de los cuales es la directora/director de tesis, quienes acompañan al estudiantado durante toda su estancia en el posgrado y vigilan su trayectoria académica y los avances de tesis. Asimismo, se realizan semestralmente, 2 reuniones académicas con el estudiantado, su directora/director de tesis y la Comisión Académica Interna en donde se analizan los avances del estudiantado y los probables casos de rezago o deserción, esto con el propósito de implementar alternativas y lograr que terminen sus estudios en tiempo y forma. Las pocas causas de rezago han sido principalmente: por problemas de salud o por bajo rendimiento académico. Cabe mencionar que la normativa institucional regula los tiempos establecidos para la obtención del grado.

## **Servicios de apoyo y atención al estudiantado (tutorías, asesoría de apoyo al aprendizaje)**

El seguimiento a la trayectoria escolar del estudiantado de la MB está a cargo, por un lado, por su director de tesis y por otro, los Comités Tutorales que vigilan la trayectoria del estudiantado semestralmente, en función del desarrollo del proyecto de investigación. Aunado a lo anterior, dentro del programa, existe una Comisión Académica Interna, la cual se encarga del seguimiento, vigilancia de la trayectoria académica de cada estudiante desde su ingreso hasta la obtención de grado, de las convocatorias de ingreso, los comités de admisión, los trámites de pagos e inscripciones, la asignación de directores de tesis y Comité Tutorial, así como de nombrar jurados revisores de tesis y de examen de grado. Institucionalmente, existe un Sistema de Administración Documental y de Control Escolar



(SADCE), en el cual se concentran los avances en créditos que tiene cada estudiante durante cada uno de los semestres, dicho sistema, es la forma de ir vigilando el avance numérico individual del estudiantado e ir conformando el certificado.

La MB es un programa con duración de dos años, a través de los mecanismos de seguimiento de la trayectoria escolar, desde el proceso de selección pretende vigilar que no haya deserción ni rezago escolar; logrando que el estudiantado concluya su tesis y la defienda en el examen frente a un jurado, para poder obtener el grado de maestría en Biotecnología en tiempo y forma, a más tardar en el semestre siguiente al de su egreso.

## Movilidad del estudiantado

En el periodo 2016 al 2021, el 69% del estudiantado participó en al menos un congreso. Como productos de estas actividades se cuenta con: colaboraciones académicas con 20 instituciones nacionales y extranjeras, publicaciones en memorias de congreso y estancias de investigación relacionadas con el desarrollo de sus tesis. Las acciones de movilidad impactan positivamente en la formación del estudiantado al enfrentarlo a diversos escenarios del mundo laboral y de la investigación. En cuanto al valor curricular de estas movilizaciones se ha optado principalmente por Estancias de Investigación como parte de las unidades de aprendizaje del eje de investigación (trabajo experimental). En cuanto al impacto de la movilidad se ha obtenido principalmente que existe una relación de co-tutoría y co-dirección en las tesis y participación en los proyectos de investigación muy conveniente en la relación con estas universidades lo que promueve que a corto y mediano plazo se fortalezcan y realicen más vínculos y redes de generación y aplicación del conocimiento, así como la creación de publicaciones y eventos internacionales, en los que participa tanto el estudiantado como docentes.

Un área de oportunidad es la movilidad, ya que no se cumplen los indicadores que establece el CONACyT, por lo que se están realizando estrategias para que aumente el porcentaje de movilidad, como la realización de más convenios específicos entre posgrados de diversas universidades nacionales e internacionales. Sin embargo, cabe mencionar que la pandemia mundial del SARS-CoV2 ha afectado el desarrollo de dicha estrategia.

## Personal académico

El NA se integra por 20 PITC. El 100% con grado de doctor. El 90% pertenecen al SNI, y de éstos, el 30% son SNI II y III. El 100% cuenta con reconocimiento de Perfil Deseable.

El NA tiene compromiso de exclusividad con la UAEM, cuenta con experiencia docente e investigación asociada a las LGACs del PE de la MB. Los PITC dirigen tesis, participan en co-tutorías, en comités tutorales, como jurados en exámenes de grado, en la actualización de programas educativos de licenciatura y posgrado, en comisiones evaluadoras y en actividades de vinculación social. Pertenecen a 8 Cuerpos Académicos, de los cuales cinco están consolidados y tres en consolidación. Los PITC de un mismo Cuerpo Académico desarrollan diferentes LGACs lo que favorece la multidisciplinaria. El NA colabora con Cuerpos Académicos y redes temáticas; y con diversos actores de la comunidad académica y de los sectores de la sociedad, intercambiando conocimientos, capacidades, tecnología e innovación. La UAEM favorece la asistencia de los PITC a talleres de actualización, estancias de investigación y congresos nacionales e internacionales en co-autoría con el estudiantado.

## Infraestructura

La infraestructura física es una de las fortalezas relevantes del programa de la MB. Cuenta con 12 laboratorios para las actividades de investigación y con áreas comunes: laboratorio de microscopía, área microbiología, área de cultivo de citotoxicidad, área 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.

El CEIB cuenta con aulas para atender a la matrícula de la MB. En particular se cuenta con un auditorio para atender de 100 a 120 estudiantes (adaptado para convertirse en 2 salas o aulas) y 8 aulas de estudio con capacidad para 10 estudiantes. Estas áreas están equipadas con aire acondicionado, iluminación, pantalla de plasma, pizarrones y pantalla electrónica. Además, cuenta con 23 oficinas para PITC, área de cómputo, áreas para el trabajo administrativo y de atención al estudiantado.

## Evaluación Externa

Se realizó el análisis en respuesta a las recomendaciones de modificación y/o reestructuración al PE de la MB sugeridas por la evaluación plenaria del PNPC-CONACyT en el 2020.

RECOMENDACIÓN	ATENCIÓN POR PARTE DE LA MB
Incrementar convenios con actores de la sociedad e iniciativa privada de la región y del estado.	<p>Invitar a investigadores de instituciones extranjeras a participar en comités tutorales para la internacionalización del programa; así como promover la colaboración con grupos de investigación nacionales, internacionales y/o de los sectores de la sociedad e industrial, que deriven en la firma de convenios y propicien la movilidad de las y los PITC y el estudiantado de este PE.</p> <p>Para ello, se instauró en el 2020 una Comisión Interna de Vinculación que se coordina con la Dirección de Vinculación de la UAEM para realizar estas acciones.</p>
Buscar estrategias que permitan incrementar el número de miembros del NA al SNI.	<p>Propiciar anualmente actividades de investigación científica y/o tecnológica que aseguren la promoción de los PITC del NA en el SNI y la permanencia dentro del país PRODEP. Cabe</p>

RECOMENDACIÓN	ATENCIÓN POR PARTE DE LA MB
	<p>mencionar que, en enero 2022, 4 PITC fueron promocionados: 1 de nivel II a nivel III; 2 de nivel I a nivel II y 1 de candidato a nivel I.</p> <p>Concurrir anualmente en la convocatoria de ingreso/reingreso, permanencia o promoción al SNI y al PRODEP.</p>
<p>Se hace la observación de que debe existir un manual de proceso para la asignación de tutores y seguimiento de tutorías.</p>	<p>La Comisión Académica Interna de la MB se reunió de manera colegiada para la elaboración del Manual para la asignación de directores de tesis y tutorías.</p>
<p>Se recomienda tener actas colegiadas del proceso de admisión de los candidatos.</p>	<p>La Comisión de Admisión realiza actas colegiadas al concluir los procesos de selección que se realizan de manera semestral, posterior a ello, se turnan a la Comisión Académica Interna para avalar el proceso.</p>
<p>Desarrollar estrategias para nivelar el número de estudiantes por cada miembro del NA, ya que esta práctica es muy notoria en un caso particular, además de observar miembros del NA con un bajo número de estudiantes por cohorte generacional.</p>	<p>La Comisión Académica Interna realiza el seguimiento estricto del número de estudiantes por director de tesis, no permitiendo más de 4 estudiantes por profesor simultáneamente.</p> <p>Para incrementar el número de candidatos a ingresar a la MB se promociona en diferentes modalidades y redes sociales las LGAC de la MB, entrevistas de radio, video de YouTube y congresos. Se actualiza cada seis meses la convocatoria de ingreso.</p>
<p>Ya que, si existe un examen de inglés de comprensión de lectura como parte del proceso de admisión, se sugiere anexarlo a la documentación presentada.</p>	<p>Como parte del proceso de selección riguroso, se solicita a quien se interese en ingresar a la MB presentar documento que acredite el nivel de dominio o comprensión del idioma inglés.</p>
<p>El programa atendió en lo general las recomendaciones del dictamen de la última evaluación, sin embargo, existen acciones que no se han atendido no hay evidencia de ellas. Por ejemplo: cantidad de estudiantes por académico, mejorar la red de egresados, específicamente en temas de colaboración; asimismo, evidencias del examen de inglés TOEFL al egreso del programa.</p>	<p>La Comisión Académica Interna realiza el seguimiento estricto del número de estudiantes por director de tesis, no permitiendo más de 4 estudiantes por profesor simultáneamente. De manera bianual se realizan simposios en los que se invitan a los egresados para presentar su trayectoria y experiencia laboral. Como requisito de egreso, el estudiantado debe presentar constancia de examen de inglés de TOEFL, con un puntaje mínimo de 350.</p>
<p>Asignar un presupuesto a vinculación para este programa en específico.</p>	<p>Se instauró en el 2020 una Comisión interna de vinculación que se coordina con la Dirección de Vinculación de la UAEM para realizar acciones de vinculación como la firma de convenios y la movilidad en la MB; ya que es a través de la Secretaría Académica de la UAEM que se gestionan los</p>

# Maestría en Biotecnología

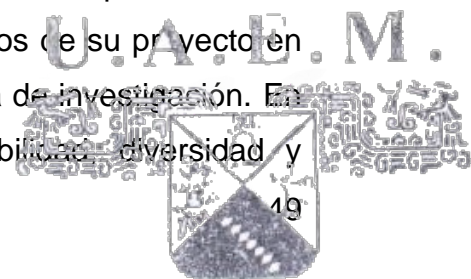
RECOMENDACIÓN	ATENCIÓN POR PARTE DE LA MB
	recursos para la movilidad del estudiantado y PITC del NA de la MB (congresos y estancias).



## 4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

La MB tiene orientación en investigación y se cursa en 4 semestres; contempla 92 créditos distribuidos en dos ejes de formación: teórico y de investigación. El eje teórico (36 créditos) consiste en 4 unidades de aprendizaje, cuyo objetivo es la adquisición de conocimientos básicos y disciplinares, está integrado por 2 cursos básicos y 2 tópicos selectos. El eje de investigación (56 créditos) tiene como objetivo el de iniciar al estudiantado en la reflexión y discusión académica colegiada; se conforma por 4 seminarios y 4 trabajos experimentales (exámenes tutorales), que involucran el desarrollo de un proyecto de investigación, apoyado en un sistema de tutoría, que genera conocimiento original en el área de biotecnología y que culmina con la escritura de una tesis. El sistema de tutoría brinda un seguimiento cercano del estudiantado con el fin de mantener un alto nivel en su formación académica y garantizar la eficiencia terminal. Dicho sistema consiste en asignar un PITC del NA de la MB como directora/director de tesis, quien será la/el responsable de orientar y supervisar el desempeño y las actividades académicas del estudiantado. Además, se designará un comité tutorial conformado por cinco PITC, con al menos tres del NA y un máximo de dos podrán ser profesoras/profesores externos. Este comité tiene como función orientar y supervisar de manera colegiada el desarrollo del proyecto de tesis. En casos especiales, el estudiantado podrá tener una co-directora o co-director de tesis, previo análisis y autorización de la Comisión Académica Interna de la MB. La/El directora/director y en su caso la co-directora/el co-director de tesis, formarán parte de este comité tutorial.

La MB contempla realizar actividades académicas extracurriculares, que le proporcionarán al estudiantado experiencias 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/o docencia. Las actividades académicas por realizar las definirá el estudiantado junto con su comité tutorial y son las siguientes: asistir y en su caso presentar un seminario institucional, asistir y participar en los eventos organizados por la unidad académica (congresos, simposios, foros, etc), presentar los resultados de su proyecto en un congreso a nivel nacional o internacional y/o realizar una estancia de investigación. En cuanto a los temas transversales, la UAEM forma en sustentabilidad, diversidad y



multiculturalidad, derechos humanos y sociales, cuidado de sí mismo, emprendimiento y cultura digital.

## Seguimiento a la trayectoria: Asignación del Sistema de Créditos

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. 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**

EJE FORMATIVO	H/T*	H/P*	CRÉDITOS TOTALES
Teórico	18	0	36
Investigación	4	48	56
<b>TOTAL</b>			92
*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 el estudiantado semestralmente y serán evaluados a través de un examen tutorial. Para aprobar el trabajo experimental, al estudiantado se les asignará un comité tutorial conformado por cinco profesores. Este comité dará seguimiento al avance de su trabajo de tesis. El estudiantado 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

A continuación, se describen los objetivos, general y específicos, así como las metas de la MB.

### 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 y el desarrollo de competencias que les permitan apoyar proyectos de investigación básica y/o aplicada en las áreas ambiental, agropecuaria y de la salud, así como realizar labores de difusión científica.

#### 5.1.1 Objetivos Específicos

- Dar al estudiantado 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.
- Dar al estudiantado una sólida preparación en los conocimientos del estado del arte del área ambiental, agropecuaria y de la salud, fomentando el desarrollo de competencias, así como el análisis de la información de una manera crítica.
- Capacitar al estudiantado 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.
- Fomentar la participación del estudiantado en la difusión y divulgación de los conocimientos generados de sus proyectos de investigación de manera oral y escrita asistiendo a foros científicos, tecnológicos y/o del público en general.
- Fomentar en el estudiantado 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.

## 5.2 Metas

1. El 100% de quienes egresan del programa habrán realizado al menos una actividad de difusión en foros científicos.
2. Lograr que cuando al menos un 20% del estudiantado se integre en la producción de publicaciones en coautoría con el director de tesis.
3. Tener en el PE de la MB, una eficiencia terminal de al menos 75%.
4. Mantener en el PE de la MB, una movilidad del 50% con la participación del estudiantado en congresos y estancias nacionales e internacionales.
5. Mantener en el PE de la MB, una vinculación del 50% con instituciones de educación superior, gubernamentales o industriales, nacionales o internacionales mediante convenios intra e interinstitucionales que favorezcan el desarrollo de los proyectos de investigación del estudiantado.

## 6. PERFIL DEL ESTUDIANTADO

A continuación, se describen los perfiles de ingreso y de egreso del estudiantado; así como las competencias genéricas y específicas acordes a las LGAC que contempla la MB.

### 6.1 Perfil de Ingreso

Las y los aspirantes a estudiar la MB deben ser egresados de licenciaturas afines a la biotecnología y reunir las siguientes características:

- **Conocimientos:** Conocimientos básicos en Biología (Biología Celular, Biología Molecular, Bioquímica y Microbiología), Química, Físicoquímica 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:** Motivación y responsabilidad en el trabajo.
- **Valores:** Éticos, sentido humanista, de compromiso personal y social, respeto por el entorno social y por los recursos naturales.

### 6.2 Perfil de Egreso

Quienes egresan de la MB:

- Manejan conceptos actuales de las ciencias básicas que inciden en el campo de la Biotecnología.
- Manejan de manera crítica la información científica y técnica relativa a la Biotecnología, de fuentes especializadas de actualidad.
- Aplican herramientas biotecnológicas en el desarrollo e innovación de procesos industriales.

- 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.
- Transmiten conocimientos del ámbito de la biotecnología de forma oral y escrita.
- Tienen la capacidad de contribuir en la formación de recursos humanos en el ámbito de la biotecnología en diversos niveles educativos.
- Desarrollan capacidades para realizar trabajo en equipo.

## 6.2.1 Competencias Genéricas

Las competencias genéricas son retomadas del Modelo Universitario (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 estudiantado 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 estudiantado 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 estudiantado 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 estudiantado 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.

## 6.2.2 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 estudiantado adquiere las siguientes competencias:

- Aplicar conocimientos teóricos básicos y de frontera en el ámbito ambiental, agropecuario y de salud para apoyar el desarrollo de proyectos de investigación y le permita competir en el ámbito laboral con profesionistas internacionales mediante el análisis y discusión de la información adquirida, utilizando el pensamiento crítico y reflexivo.
- Identificar problemas prioritarios en la biotecnología ambiental, de salud y agropecuaria para contribuir en su solución a nivel nacional e internacional (i.e. contaminación, medicina alternativa y agroecología sustentable) a través de la formulación de proyectos *ex professo* con la lectura crítica y reflexiva de documentos científicos basados en información de frontera especializada
- Analizar la información científica actual en las áreas ambiental, de salud y agropecuaria para trabajar de forma profesional, confiable e independiente examinando la información teórica y estadística existente con el empleo de plataformas de búsqueda científica y software estadístico.
- Recomendar soluciones y rutas de acción a problemas de índole biotecnológica en las áreas ambiental, salud y agropecuarias para minimizar la ocurrencia de errores en la toma de decisiones a través de una actualización continua en su área de especialidad escribiendo documentos y reportes técnicos que inciden en la solución de problemas en diferentes campos biotecnológicos.



- Generar conocimientos originales en el campo de la Biotecnología ambiental, agropecuaria y de la salud para la formulación, desarrollo y gestión de un proyecto de investigación con un enfoque multidisciplinario humanístico y ético, empleando las habilidades y conocimientos de las disciplinas que forman parte de la biotecnología.
- Emplear el método científico como herramienta para obtener respuestas a preguntas concretas en un proyecto de investigación, con base en la observación, el conocimiento del estado del arte, la postulación de una hipótesis y su comprobación mediante la experimentación
- Aplicar el pensamiento crítico, autocrítico y reflexivo para una mejor planeación y ejecución de proyectos mediante la discusión y análisis de manera autónoma y colaborativa de la información científica relevante relacionada con la biotecnología.
- Redactar textos científicos para hacer accesible el conocimiento a los diferentes sectores sociales y productivos mediante la participación en foros, medios impresos y electrónicos dirigidos a los sectores sociales y productivos con el empleo responsable de información veraz y confiable acorde al sector al cual va dirigida.
- Comunicar la información científica generada durante su investigación a los sectores social y productivo facilitando el acceso al conocimiento a los diferentes sectores social y productivo a través de la Integración de la información obtenida y el análisis de los resultados relevantes utilizando diversas plataformas para la difusión del conocimiento universal.
- Colaborar en el desarrollo de proyectos de investigación para la resolución de problemas nacionales en las áreas ambiental, agropecuaria y de la salud desde perspectivas inter y multidisciplinarias mediante el intercambio de conocimientos, ideas y planteamientos con profesionistas de otras instituciones nacionales e internacionales
- Desarrollar proyectos de biotecnología en las áreas ambiental, agropecuaria y de la salud para contribuir a la solución de problemas en las áreas ambiental, agropecuaria y de la salud trabajando de forma colaborativa a partir del intercambio académico con

instituciones de educación superior, gubernamentales o industriales, nacionales o internacionales.

- Aplicar habilidades interpersonales, de expresión y comunicación para trabajar de forma colaborativa y autónoma en el ámbito laboral con base en las experiencias y aprendizaje obtenido en los ejes formativos, la participación en estancias, seminarios institucionales u otros eventos académicos.

## LGAC: Biotecnología de Productos en el Sector Salud

- Generar procesos biotecnológicos que permitan lograr una producción incrementada y homogénea de compuestos bioactivos, a partir de la síntesis química, el uso de microorganismos, cultivos de tejidos vegetales o celulares; promoviendo la innovación y el desarrollo tecnológico a través de la aplicación de los conocimientos y habilidades adquiridas durante el desarrollo del proyecto de tesis.
- Evaluar la actividad biológica o farmacológica de biomoléculas implementando modelos *in vitro* e *in vivo* siguiendo la norma oficial mexicana correspondiente y el dominio de técnicas farmacológicas, estadísticas, de análisis cualitativo o de simulación.
- Investigar metabolitos secundarios bioactivos para identificar su naturaleza química aplicando procedimientos de análisis fitoquímicos y metabolómicos por medio de técnicas analíticas y de estadística multivariada.
- Estudiar los flujos metabólicos para la síntesis de metabolitos secundarios analizando las vías metabólicas y utilizando bases de datos especializadas, técnicas bioquímicas, moleculares y modelos computacionales.
- Aplicar diferentes estrategias que incrementen y homogenicen la producción de compuestos de interés, implementando herramientas biotecnológicas, utilizando sistemas de cultivos *in vitro* de tejidos vegetales y de microorganismos, para su escalamiento en biorreactores.
- Investigar las vías metabólicas de síntesis de moléculas bioactivas para incrementar su producción utilizando técnicas de biología molecular, mediante la manipulación de la expresión de los genes involucrados.

- Caracterizar los compuestos bioactivos para la prevención o tratamiento de enfermedades de interés, con el uso efectivo de metodologías de investigación multi e interdisciplinarias, seleccionando estrategias y herramientas químicas, bioquímicas y/o moleculares.
- Evaluar extractos, fracciones y/o metabolitos para determinar su actividad farmacológica, implementando modelos preclínicos *in vitro* e *in vivo* y empleando técnicas farmacológicas y estadísticas.

## LGAC: Biotecnología Aplicada al Ambiente

- Conocer los sistemas vivos, sus modelos y productos, para la remediación de sitios contaminados con xenobióticos, mediante el diseño de bioprocesos eficientes y sustentables, utilizando las estrategias biotecnológicas adquiridas en su proceso formativo.
- Proponer sistemas o moléculas de interés biotecnológico para prevenir y/o atenuar los problemas ambientales y de salud, mediante el desarrollo de estrategias eficientes de producción, utilizando metodología de diseño experimental y herramientas moleculares.
- Identificar proteínas y genes presentes en los organismos vivos implicados en la respuesta al estrés químico-biológico, a la biodegradación y a la biotransformación de compuestos xenobióticos para su uso en la biorremediación de ambientes contaminados, mediante el uso de las nuevas tecnologías ómicas; utilizando el análisis bioinformático y bases de datos especializadas, así como técnicas moleculares y bioquímicas.
- Relacionar el conocimiento de los efectos tóxicos de compuestos xenobióticos o de los productos de su degradación, para determinar y analizar el impacto ambiental y en la salud pública; así como la prevención y mitigación de los daños ecológicos a través de la respuesta biológica a la toxicidad de los xenobióticos; utilizando organismos bioindicadores y/o biomarcadores.

- Identificar especies bioindicadoras para llevar a cabo estudios de biomonitoreo ambiental, mediante estudios de reconocimiento *in situ* con el uso de parámetros biológicos y ecológicos de las especies.
- Desarrollar sistemas de producción heteróloga para la expresión de las enzimas de interés biotecnológico, utilizando diferentes modelos de organismos que implica su elaboración mediante ingeniería genética.
- Diseñar bioprocesos eficientes para la producción sustentable de biocombustibles, precursores químicos y fármacos, mediante el uso de organismos vivos y recursos renovables, utilizando las técnicas bioquímicas y moleculares pertinentes.
- Desarrollar nuevos biomarcadores para ser utilizados en el análisis de la salud ambiental de sitios contaminados por xenobióticos, analizando los cambios posteriores en los organismos expuestos al xenobiótico, a través del uso de técnicas químicas, moleculares, bioquímicas y genéticas, entre otras.

## **LGAC: Biotecnología Agropecuaria.**

- Caracterizar organismos y virus con actividad plaguicida potencial para la implementación de estrategias de control de plagas agropecuarias a través de bioensayos asociados a técnicas de patología de insectos y moleculares, utilizando cepas nativas de organismos y virus entomopatógenos.
- Identificar compuestos bioactivos para la formulación de biopesticidas y biofertilizantes a través de experimentos biodirigidos, utilizando cepas nativas de microorganismos, virus y extractos vegetales.
- Seleccionar microorganismos y sus genes, con capacidades promotoras del crecimiento vegetal para mejorar la productividad de cultivos de importancia agrícola por medio de experimentos biodirigidos, utilizando herramientas moleculares y morfológicas.
- Analizar genomas de microorganismos en asociaciones simbióticas, para la búsqueda de genes involucrados en la contención de enfermedades pecuarias haciendo uso de la genómica estructural y funcional, con técnicas de bioinformática y bases de datos especializadas.

- Desarrollar estrategias de control biológico, para disminuir la población de plagas agrícolas y pecuarias, diseñando experimentos en laboratorio, invernadero y campo con base en el conocimiento de las interacciones bióticas.
- Evaluar los factores que afectan la germinación, viabilidad y longevidad de semillas de plantas útiles, para generar protocolos de almacenaje y manejo de bancos, a través de experimentos de germinación bajo diferentes tratamientos, con técnicas experimentales en condiciones controladas.
- Conocer los mecanismos moleculares de los organismos a sus entornos naturales, para la comprensión de sus respuestas moleculares y genéticas, por medio de la genómica estructural y funcional utilizando técnicas de secuenciación masiva y manejo de minería de datos.
- Desarrollar estrategias innovadoras para mejorar la tolerancia de las plantas al estrés biótico y abiótico, por medio de la modificación genética con el uso de técnicas moleculares.
- Conocer los mecanismos alelopáticos y de defensa de las plantas para incrementar la productividad de cultivos a través de experimentos de alelopatía y olfatometría, con base en el conocimiento de las interacciones bióticas de las plantas.
- Establecer colonias de insectos modelo para la evaluación de las actividades de organismos, virus y compuestos bioactivos con aplicación en el área médica y agropecuaria, a través de estrategias de mantenimiento y propagación, utilizando pies de crías colectados de campo.

Además, el estudiantado 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

Esta sección presenta la estructura y organización de los ciclos y ejes de formación, la descripción de las LGAC, las características de las unidades de aprendizaje y el sistema de tutorías apoyada en la flexibilidad curricular y la vinculación de la MB.

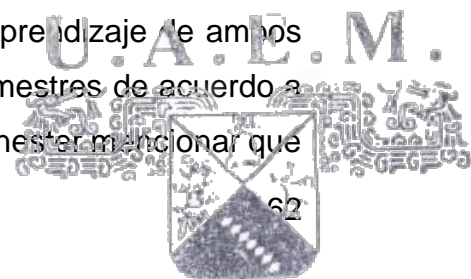
### 7.1 Flexibilidad Curricular

La flexibilidad curricular de la MB, propicia una oferta educativa diversificada, a partir de una estructura curricular dinámica que lleva a la realización de investigación original a partir de la reflexión y el análisis de problemáticas actuales en los ámbitos de la salud, agropecuario y ambiental. La MB promueve el trabajo interdisciplinario: a) mediante la interacción entre el estudiantado e investigadoras/investigadores de las distintas LGAC que contempla el programa proporcionando al estudiantado una visión integral en el campo del conocimiento; b) estableciendo un sistema tutorial, que permite la formación individualizada del estudiantado al trabajar directamente con su comité tutorial, el cual incluye a investigadoras/investigadores de otras dependencias e instituciones, garantizando un enfoque multidisciplinaria de su investigación así como un alto nivel académico; y c) fomentando la realización de proyectos de investigación en colaboración con otros grupos de investigación, lo que favorece la movilidad del estudiantado a laboratorios de investigación nacionales e internacionales.

#### a) Oferta educativa diversificada

La formación multidisciplinaria de quienes egresan de la MB les otorga las herramientas conceptuales y técnicas para responder a las necesidades de la sociedad y del mercado laboral; manejando herramientas biotecnológicas, con capacidad del trabajo en equipo; y adquiriendo la capacidad de contribuir en la formación de recursos humanos.

Con el propósito de proporcionar flexibilidad a la MB las unidades de aprendizaje no tienen seriación, por lo que el estudiantado podrá elegir, las unidades de aprendizaje de ambos ejes, teórico y de investigación y distribuirlas dentro de los cuatro semestres de acuerdo a lo que mejor convenga para el fortalecimiento de su formación. Es menester mencionar que



la estructura que el estudiantado determine deberá ser avalada por su directora/director de tesis y su comité tutorial, esto con la finalidad de que en su trayectoria académica tenga un óptimo desempeño.

La flexibilidad del programa abarca los siguientes aspectos:

- Es un sistema curricular de créditos en el que no existe la seriación de unidades de aprendizaje.
- Ofrece tópicos selectos que pueden ser acreditados en otra dependencia de la UAEM o en otra institución nacional o internacional.
- Las modalidades de enseñanza-aprendizaje van más allá de los cursos básicos, tópicos selectos y seminarios, ya que se incorporan otras actividades como estancias cortas, participación en proyectos de investigación, en la presentación de los resultados de su investigación en eventos académicos nacionales e internacionales, entre otros, lo que permite fortalecer la formación del estudiantado.
- Se impulsa el uso de técnicas de investigación más recientes en las áreas ambiental, agropecuaria y de salud en el proceso de enseñanza-aprendizaje, para que sean una herramienta que permita al estudiantado la integración de conocimientos adquiridos en el planteamiento de alternativas para la solución de un problema.
- Permite la incorporación de nuevos tópicos selectos de acuerdo con los avances del conocimiento en las diferentes disciplinas que inciden en la formación del estudiantado; favoreciendo la movilidad del estudiantado a otras instituciones nacionales e internacionales.
- Se contempla la revisión y actualización continua de las unidades de aprendizaje en cuanto a contenidos temáticos, de acuerdo al conocimiento de frontera en las áreas ambiental, agropecuaria y de salud, con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético, en concordancia a las demandas de pertinencia que se generen en el entorno.

## b) Reformulación de la estructura curricular

La estructura curricular del plan de estudios de la MB opera por semestres y contempla una duración de dos años, cuenta con 92 créditos y tiene una orientación hacia la investigación. Contempla dos ejes formativos que le permitirán al estudiantado adquirir, desde un enfoque interdisciplinar y de una manera crítica, las herramientas teóricas-conceptuales para abordar la problemática de su investigación en particular, así como para introducir al estudiantado en la reflexión y discusión académica colegiada de bibliografía de información de la ciencia básica y de frontera en los ámbitos de la salud, agropecuario y ambiental, para una mejor comprensión de problemáticas actuales en el ámbito de la Biotecnología; coadyuvando en el desarrollo de las competencias y habilidades en el campo de la biotecnología a la investigación.

## c) Itinerarios de formación

El PE de la MB tiene un sistema curricular de créditos en el que no existe la seriación de unidades de aprendizaje. El estudiantado diseñará junto con su directora/director de tesis su propia trayectoria académica; distribuyendo las unidades de aprendizaje correspondientes y eligiendo cursar semestralmente, el número de ellas, conforme a sus condiciones y necesidades particulares, siempre y cuando cubra, a lo largo de los cuatro semestres, los 36 créditos correspondientes al eje teórico y los 56 créditos del eje de investigación. Cabe mencionar, que este posgrado ofrece condiciones de flexibilidad curricular y movilidad estudiantil, lo que le da, al estudiantado, la posibilidad de cursar en otras unidades académicas u otras instituciones los tópicos selectos del eje teórico y el trabajo experimental del eje de investigación, previa autorización de la Comisión Académica Interna de la MB; esto se definirá de acuerdo a las necesidades académicas del estudiantado y, en el caso del eje teórico, a la oferta de unidades de aprendizaje adecuadas a su formación, lo que abona a la flexibilidad curricular del programa

Las unidades de aprendizaje del eje teórico pueden estar diseñadas para impartirse en modalidad presencial, híbrida o virtual.



## d) Temporalidad

La Comisión Académica Interna de la MB reúne semestralmente al estudiantado junto con su directora/director de tesis, para planificar las estrategias que favorezcan la trayectoria académica del estudiantado, y que le ayudará a concluir los créditos del PE en el tiempo establecido. El PE ofertará, semestralmente, unidades de aprendizaje diversificadas, así como se publicarán los cursos que se oferten en otras Unidades académicas o instituciones de Educación Superior para que el estudiantado tenga la posibilidad de elegir aquellas unidades de aprendizaje que se ajusten a sus necesidades.

## e) Multimodalidad

El CEIB oferta unidades de aprendizaje de manera presencial y/o virtual, basadas en las LGACs que desarrolla el NA de la MB, ya sea de forma independiente o colegiada, con integrantes de otros Cuerpos Académicos, así como de investigadores nacionales e internacionales en las áreas de la biotecnología, lo que le permite al estudiantado adquirir conocimiento multidisciplinario de vanguardia. El estudiantado tiene la oportunidad de presentar sus exámenes tutorales vía remota, cuando algún miembro de su comité tutorial se encuentra en otro estado o país, utilizando plataformas de videoconferencia como Zoom, Facebook, Google meet, etc. La UAEM tenía acceso con la plataforma institucional <http://www.conricyt.mx/>, que ofrecía 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 al profesorado y estudiantado del posgrado, con más de 2500 libros especializados y revistas electrónicas (Ebsco Host). Las tecnologías de la información y comunicación implementadas en el CEIB facilitan al estudiantado mantenerse actualizado en el proceso enseñanza aprendizaje. Se realizan simposios y congresos ya sea de forma presencial, o transmitidos vía electrónica en colaboración con sistemas de redes de cómputo de la UAEM.

## f) Movilidad

La MB se caracteriza por la flexibilidad curricular; para cumplir con las premisas de formación establecidas en este programa para las/los egresadas/egresados, promueve el

intercambio académico del estudiantado, así como su participación en cursos en otras instituciones nacionales o internacionales. Fortaleciendo de esta manera, el trabajo de investigación del estudiantado y contribuyendo de forma positiva, en su formación académica. El estudiantado inscrito en la MB podrá cursar tópicos selectos y realizar estancias académicas y de investigación en otras instituciones de educación superior del país o del extranjero. Es recomendable que la movilidad académica, se realice entre el 2° y 4° semestre. Para ello se puede acceder a los apoyos financieros obtenidos a partir de diversas instancias (PFCE, Becas Bancomer, Santander, Mixtas del CONACyT, Redes Temáticas del CONACyT, Cuerpos Académicos y proyectos individuales). Así mismo, la UAEM, a través de la Secretaría Académica cuenta con la Dirección de Coordinación de Cooperación Nacional e Internacional que se encarga de gestionar y dar seguimiento a los convenios con instituciones nacionales e internacionales que permitan la cooperación académica. y movilidad estudiantil. La movilidad del estudiantado debe ser avalada por la/el directora/director de tesis e informada a la Comisión Académica Interna de Seguimiento de la MB. Así mismo, la movilidad internacional deberá incluir un seguro de gastos médicos gestionado por el estudiantado. 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 Interna de Seguimiento.

## **g) Autonomía y autorregulación en la formación**

El PE de la MB es de tipo tutorial, donde la formación del estudiantado se realiza de manera colegiada. Este PE se sustenta por las LGACs que cultivan las/los investigadoras/investigadores de los diferentes CA del CEIB. La flexibilidad curricular del programa permite que el estudiantado pueda diseñar su trayectoria académica con el apoyo de la/del directora/director de tesis y de su comité tutorial; quienes buscarán apoyar al estudiantado a tomar decisiones autónomas y de autorregulación en cuanto a las actividades académicas que fortalezcan su formación académica y su responsabilidad; así como su capacidad crítica y de innovación. Todo ello con la finalidad de que, al egresar, habrá desarrollado su 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.

## **h) Vinculación con los sectores sociales**

La vinculación es un objetivo importante de este posgrado, el estudiantado se incorpora 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 las y los PITC y el estudiantado 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 NA y otras/otros investigadoras/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 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 estudiantado de la MB ya que pretenden hacer posible que el estudiantado en formación pueda ir y venir entre el sector educativo y el sector laboral.

## 7.2 Ciclos de formación

De acuerdo con el Modelo Universitario y con la normatividad del CONACyT, la MB está diseñada como un programa con una orientación hacia la investigación; además, siguiendo la normativa institucional, el plan de estudios considera dos ejes formativos: el Eje Teórico y el Eje de Investigación.

Eje teórico, se conforma por cuatro unidades de aprendizaje: dos básicas y dos tópicos selectos; que desarrollarán en el estudiantado la perspectiva de investigación interdisciplinaria propuesta a través de la base teórica y metodológica del PE de la MB. El estudiantado deberá elegir dos unidades de aprendizaje básicas, que le proporcionarán conceptos fundamentales en las áreas de interés a la biotecnología: Biología Molecular, Bioquímica, Biotecnología Vegetal, Bioestadística y Bioingeniería; y dos unidades de aprendizaje optativas (tópicos selectos) El estudiantado, y de acuerdo con su Comité tutorial, podrá distribuir dentro de los cuatro semestres, las unidades de aprendizaje que considere convenientes para el proceso y fortalecimiento de su formación.

Eje de investigación, se conjuntan la formación teórica y metodológica, acompañadas de la tutoría, para la elaboración del producto de investigación que se desarrollará a lo largo de los cuatro semestres que dura el programa educativo; a través de cinco unidades de

aprendizaje: cuatro seminarios y cuatro trabajos experimentales, éstos últimos son evaluados a través de un examen tutorial, en el que el estudiantado presenta los avances de su investigación. A lo largo del proceso de su formación, el estudiantado, deberá integrar los conocimientos adquiridos y las competencias desarrolladas en una investigación original que se vincule con una de las tres LGAC que contempla el programa. Dicho proceso concluye con una tesis, que integra los resultados finales de su investigación (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Ciclos de Formación en los Ejes Formativos.**

CICLO DE FORMACIÓN	EJE GENERAL DE LA FORMACIÓN	CRÉDITOS	UNIDADES DE APRENDIZAJE RELACIONADAS
Básico	Teórico: 1er. semestre	6	1
	Investigación: 1er. semestre	14	2
Especializado	Teórico: 2º, 3º, y 4º semestre	30	3
	Investigación: 2º, 3º y 4º semestre	42	6
<b>TOTAL</b>		92	12

### 7.3 Ejes Generales de la Formación

La orientación de la MB es de investigación, en donde el estudiantado participa en actividades de investigación conducida por el profesorado del posgrado. Asimismo, se incluyen seminarios para iniciar al estudiantado en la reflexión y discusión académica colegiada. El estudiantado demuestra su capacidad para desarrollar un proyecto de investigación individual mediante un trabajo experimental de tesis. El programa está estructurado para cursarse en cuatro semestres; cubriendo un total de 92 créditos. El proceso finaliza con el escrito de una tesis y su defensa oral ante un jurado *ad hoc* para la obtención del grado académico.

El PE de la MB está constituido por dos ejes generales de formación: el teórico (36 créditos) y el de Investigación (56 créditos) que complementan la formación del estudiantado.



En el eje teórico se consideran cuatro unidades de aprendizaje; en el de investigación se contemplan cuatro seminarios y cuatro trabajos experimentales. Las particularidades y pretensiones de los ejes de formación que se desarrollarán en éstos son las siguientes:

**Eje teórico.** Consiste en la adquisición de conocimientos básicos que le permitan al estudiantado fundamentar y sustentar un proyecto de investigación; adquiriendo, además, conocimiento de frontera. En este eje, están comprendidas cuatro unidades de aprendizaje con contenidos teóricos; de ellas, dos son cursos básicos y dos especializados optativos (tópicos selectos), éstas últimas podrán cursarse en otras dependencias de la UAEM o en otras instituciones nacionales o internacionales. Las unidades de aprendizaje básicas se plantean con la finalidad de que el estudiantado fortalezca los saberes conceptuales y teóricos que les permita comprender, argumentar y sustentar los alcances y límites de sus proyectos de investigación que abordan en su proceso de formación. Los tópicos selectos les permiten conocer el estado de la ciencia de frontera, profundizando sobre las temáticas específicas de su proyecto de investigación y vinculándolo con las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) de la MB; además, promueven la movilidad del estudiantado en instituciones externas al CEIB, gestión que deberá ser previamente avalada por la/el directora/director de tesis y aprobada por la comisión académica interna de la MB. Esta movilidad permitirá: a) Formarse con especialistas en su temática; b) Adquirir experiencias académicas relacionadas con su proyecto de investigación en espacios de educación superior; y c) Participar en discusiones, intercambios y debates en la atmósfera de los seminarios del posgrado.

**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.

Se integra por cuatro seminarios metodológicos interdisciplinarios que tienen como objetivo propiciar la reflexión y discusión académica colegiada a través del análisis de artículos científicos desde un planteamiento interdisciplinario y motivando el pensamiento crítico del mismo, que aporten a la comprensión de problemáticas actuales con un enfoque biotecnológico en las áreas de salud, agropecuaria y ambiental; y cuatro trabajos

experimentales (exámenes tutorales) de tipo metodológico, que involucran el desarrollo de una 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 estudiantado. La presentación del trabajo experimental se realiza ante un comité tutorial integrado *ex professo* que evalúa el trabajo realizado, el manejo del tema de tesis y su capacidad de reflexión y discusión de los resultados obtenidos.

## 7.4 Tutorías

El sistema de tutorías brinda un seguimiento cercano al estudiantado, con el fin de mantener un alto nivel de formación académica y garantizar la eficiencia terminal. Dicho sistema consiste en la supervisión del desempeño académico de cada estudiantado por un comité tutorial conformado por cinco académicas/académicos, tres deberán pertenecer al NA de la MB y máximo dos podrán ser de otras instituciones académicas, públicas y/o empresariales. El comité tutorial evalúa y da seguimiento a la trayectoria académica estudiantil mediante exámenes presenciales llamados tutorales. La/El directora/director del proyecto de tesis debe ser parte del comité tutorial y ser integrante del NA de la MB. Entre sus responsabilidades, se incluye orientar y supervisar el proceso formativo y avalar las actividades académicas (p.e cursos, proyecto investigación, estancias cortas, entre otras) del estudiantado. La pertinencia y el cumplimiento de los requisitos establecidos en el PE para ser directora/director de tesis y integrante del comité tutorial es supervisado y avalado por la Comisión Académica Interna y el Consejo Interno de Posgrado, respectivamente. En casos especiales, el estudiantado podrá tener una/un co-directora/co-director de tesis; para su participación en co-direcciones, es necesario que un Profesor del NA participe como director de tesis.

## 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:

**Biotecnología Aplicada al Ambiente.** Estudios relacionados al uso de sistemas vivos o modelos de estos y sus productos para el diagnóstico, evaluación, prevención y atenuación de problemas ambientales y su impacto en el ecosistema. Así como, diseñar y desarrollar bioprocesos eficientes para la producción de moléculas de interés biotecnológico útiles para el abordaje de la problemática ambiental

**Biotecnología Agropecuaria.** Incluye el desarrollo de estrategias enfocadas en resolver problemas del sector agropecuario, en las que se incluyen el uso de organismos, microorganismos, genes, genomas, proteínas y metabolitos con actividades biológicas en interacciones bióticas y abióticas.

**Biotecnología de Productos en el Sector Salud.** Involucra el estudio y producción, a través de un desarrollo biotecnológico, de genes, proteínas y moléculas de interés con potencial terapéutico o en métodos de diagnóstico, que contribuyan en la solución en el ámbito de la salud

## 7.6 Vinculación

La MB apoya e implementa las políticas institucionales que promueven la colaboración entre las instituciones de educación superior (IES), las organizaciones y el sector productivo, con el fin de contribuir a la atención y solución de problemáticas científicas y sociales prioritarias del país. Uno de los principales instrumentos para implementar dichas políticas es el fomento de la integración, consolidación y permanencia de las líneas de investigación. El NA de la MB agrupa docentes expertas/expertos en Biotecnología Ambiental, Biotecnología Agropecuaria y Biotecnología de Productos en el Sector Salud. Esto ha dado como resultado la generación de proyectos colectivos y redes de investigación que, a su vez, favorecen el establecimiento de convenios de colaboración académica con los diferentes sectores de la sociedad. Además, le proporcionan datos de la realidad que le permite hacer actualizaciones y ajustes para mantener la pertinencia científica y social del programa académico. Asimismo, la MB favorece la transferencia de conocimientos e intercambio de experiencias que mejoran los procesos de aprendizaje del estudiantado, con la finalidad de afianzar las habilidades sociales, conocimientos técnicos y de idiomas, aportando a quienes egresan



una mejor preparación para afrontar las demandas inmediatas y futuras del mercado de trabajo.

Las estrategias que se desarrollan en la MB para promover y fortalecer la vinculación son las siguientes:

**Vinculación entre las líneas de investigación.** La articulación entre las/los PITC del NA, adscritos a las diferentes líneas de investigación e investigadoras/investigadores de otras unidades académicas de la UAEM permiten establecer Cuerpos Académicos (CA) y redes de investigación que estimulan la colaboración entre investigadoras/investigadores de diferentes instituciones nacionales e internacionales. Los integrantes de cada CA comparten diferentes LGAC de la MB, con intereses comunes en un mismo campo de conocimiento; además, se observa el trabajo multi e interdisciplinario, por la interacción de las/los PITC de un mismo CA, entre CA, grupos y redes académicas de investigadoras/investigadores. Estas colaboraciones se ven reflejadas en la conformación de los comités tutorales, donde al menos un integrante es externa/externo al NA, garantizando la formación multidisciplinar e integral del estudiantado. El 96% de los comités tutorales están integrados con investigadoras/investigadores externas/externos al NA (66.6% de otras instituciones nacionales: UNAM, INSP, IPN, Universidad de Tlaxcala, Universidad de la Selva de Ocosingo, Chiapas, entre otras). También participan investigadoras/investigadores integrantes de redes académicas como del Consorcio de investigación del golfo de México, Red de Control Biológico de Plagas, Red Mexicana de Desarrollo de Antimicrobianos y Red Mexicana de Extremófilos. Las colaboraciones con grupos de investigación externos al CEIB han permitido fortalecer la formación académica del estudiantado e incrementar la productividad de las/los PITC asociada al trabajo de investigación desarrollado por el alumnado tutorado, ya que, se amplían el acceso a equipo especializado, recursos técnicos y científicos, robusteciendo el alcance de la infraestructura científica del CEIB.

**Firma de convenios y trabajo de colaboración.** Desde 2004, la MB estableció convenios de intercambio académico y de asesoría técnica con el sector gubernamental e instituciones académicas nacionales y extranjeras. De esta manera el estudiantado se beneficia de las colaboraciones establecidas por las/los PITC del NA con las otras unidades académicas de

la UAEM, como son: el Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Facultad de Farmacia, Centro de Investigaciones Biológicas, Facultad de Medicina, Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Centro de Investigaciones Químicas, Facultad de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Facultad de Ciencias Agropecuarias y el Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación. También, el estudiantado puede realizar estancias académicas y de investigación en Instituciones de Educación Superior en diferentes estados de la nación, como Sonora (Universidad de Sonora), Veracruz (INECOL), Chipas (Colegio de la Frontera Sur), Zacatecas (INIFAP), San Luis Potosí (Universidad Autónoma de San Luis Potosí), entre otros. Además, la firma de convenios con universidades extranjeras permite realizar trabajos con la colaboración de investigadores de diversos países, como la India (Universidad SRM), Perú (Universidad Peruana Cayetano Heredia), Brasil (Universidad Estatal del Norte Fluminense), entre otros.

**Desarrollo de actividades de intercambio académico.** La colaboración solidaria intra e interinstitucional nacional e internacional se genera como resultado de la gestión directa, firma de convenios de colaboración o prestación de servicios. La mayoría de los convenios son firmados con instituciones académicas que han permitido la realización de estancias de investigación y sabáticos en países como Argentina, Brasil, Colombia, Canadá, España, Francia y la India. Con el sector gubernamental destaca el convenio con la Junta Local de Sanidad Vegetal de Caña de Azúcar y Granos Básicos, la cual forma parte del Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Morelos. Asimismo, las/los profesoras/profesores investigadoras/investigadores de otras IES nacionales e internacionales colaboran con la MB enriqueciendo el dialogo, el intercambio de experiencias, herramientas teóricas y metodológicas que facilitan la integración de grupos interdisciplinarios y benefician la flexibilidad del plan de estudios. En este último caso, la flexibilidad del PE se enriquece con las unidades de aprendizaje que pueden cursarse en otra unidad académica de la UAEM o en otra institución de educación superior nacional o internacional, lo que posibilita que el estudiantado genere o fortalezcan las redes académicas; además, que conozcan otras metodologías de enseñanza y de procesos de generación de conocimiento.

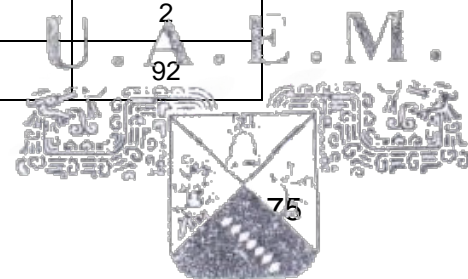
## 8. MAPA CURRICULAR

El siguiente mapa curricular presenta, de forma gráfica los ejes de formación, el tipo de unidades de aprendizaje, así como el número de horas y créditos que se deben cumplir para cubrir el plan de estudios de la MB.

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 estudiantado. No existe restricción en el avance del estudiantado por número de semestre. (Cuadro 5).

**Cuadro 5. 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 curricular

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 6):

**Cuadro 6. Ejemplo de la Trayectoria Curricular.**

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>			
	-	Tópico selecto: Comunicación Celular	Tópico selecto: Métodos espectroscópicos de resonancia magnética nuclear y metabolómica	-
Investigación	£Seminario	£Seminario	£Seminario	£*Seminario
	Trabajo experimental (Proyecto de Investigación)	Trabajo experimental (Resultados Preliminares)	Trabajo experimental (Resultados)	*Trabajo experimental (Integración de Resultados)
<p>£ Análisis y discusión de artículos relacionados a su proyecto de investigación.            * Con el aval del comité tutorial, el estudiantado podrá concluir los créditos en el transcurso del 4o. semestre y solicitar los trámites de certificado de estudios.            Con el aval del comité tutorial, el estudiantado podrá cursar los tópicos selectos en otras dependencias de la UAEM o en otras Instituciones nacionales o internacionales.</p>				

## 9. MEDIACIÓN FORMATIVA

En el Modelo Universitario (2010) se asume la mediación formativa como “ La mediación formativa es el conjunto de estrategias y acciones orientadas a preparar las condiciones (recursos, medios, información, situaciones) que hacen posible la intervención de la persona en formación, del personal docente, de las y los gestores, así como del personal de apoyo más conveniente en cada momento para favorecer los aprendizajes, la adquisición de saberes, conocimientos y competencias y el proceso formativo de quien aprende.”(Modelo Universitario, UAEM p44,2020). La MB lleva a cabo estrategias de carácter multidisciplinario estructurado en un eje de investigación, orientando el proceso y desarrollo del estudiantado. 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 e independencia del aprendizaje de los programas de estudio. La mediación formativa está basada en la tutoría individualizada de cada estudiantado del programa a través del comité tutorial. El papel del profesorado del programa de la MB es el de desempeñar el rol de experta/experto, asesora/asesor, investigadora/investigador, colaboradora/colaborador y directora/director de tesis en el acompañamiento académico durante la trayectoria del estudiantado, con la finalidad de cumplir con los propósitos del PE. Se fundamenta en las exigencias expuestas dentro del Modelo Universitario (MU), siendo partícipe de un proceso formativo estratégico, integral y adecuado al contexto. La MB está orientada a la investigación y es un programa flexible, en ella el estudiantado tiene la posibilidad de trazar su propia trayectoria académica en el eje de investigación, de acuerdo al desarrollo de su tesis. La mediación formativa gira en torno al proceso que sigue el estudiantado para el desarrollo de su proyecto de investigación y hasta su conclusión. La mediación formativa de la MB se basa en un sistema tutorial que da seguimiento al trabajo de tesis del estudiantado, así como en la impartición de unidades de aprendizaje básicas y tópicos selectos, donde el alumnado recibe la información en clases teóricas. La flexibilidad del programa permite un sistema de tutorías donde la o el director de tesis dirige y da seguimiento al trabajo experimental del estudiantado y además es

interlocutor (a), acompañante y guía. En el cuadro 7, se muestran las estrategias que se aplican para la enseñanza en este programa educativo.

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

ESTRATEGIAS	COMPETENCIAS QUE EL ESTUDIANTADO DESARROLLA
Búsqueda de textos científicos	Aprende a recabar información actualizada en temas de Biotecnología
Realizar síntesis escrita de lo leído y 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

En la Maestría en Biotecnología la evaluación del aprendizaje está orientada al aseguramiento de logros académicos y a la apropiación de competencias específicas señaladas en el PE. Su aplicación se desarrolla en función de la estructura curricular, la cual favorece la participación del estudiantado en su proceso de formación con el apoyo de tutorías, así como de un impulso permanente por vincular su preparación profesional a la investigación y aporte teórico.

### Momentos de evaluación

**Evaluación diagnóstica.** Esta evaluación se lleva a cabo al inicio de cualquier proceso y su propósito es obtener información sobre el conocimiento previo de quien postula y el inicio de clases del estudiantado para apoyar la planeación de estrategias de enseñanza que promuevan el aprendizaje y observar con indicadores que tengan un desarrollo consistente de competencias y habilidades y que cumpla con los propósitos de formación que se tienen en la maestría, las cuales están descritas en los programas respectivos de las unidades de aprendizaje, y en el perfil de quienes egresan. Para cumplir con esta evaluación, cada docente establece de manera clara su método de evaluación diagnóstica para integrarlo en el programa que entrega al inicio de cada semestre.

**Evaluación formativa.** Esta evaluación es un proceso permanente y sistemático en el que se recoge y analiza información para conocer y valorar los procesos de aprendizaje y los niveles de avance en el desarrollo de las competencias. Para evaluar el desarrollo de las competencias, la planta docente y quienes tutorean deben realizar una comparación de los aportes del estudiantado al inicio del semestre contra los aportes que realizan al final del mismo, ya que tienen el propósito de verificar el grado de logro de aprendizaje del estudiantado a través de productos finales, es decir, certificar si se alcanzaron los objetivos o propósitos planeados en cada seminario; su finalidad es de acreditación/certificación de dichos aprendizajes. Esta evaluación gira en torno a la evolución académica y a la transformación de la capacidad de aplicación de conocimientos nuevos en una investigación, siempre de manera individual y progresiva. Además, se espera que el



estudiantado desarrolle habilidades y destrezas para la interacción grupal, el trabajo colectivo y la comunicación interpersonal. Así como capacidades para manejar información, interrelacionar ideas y conocimientos y tener interés en la exploración de situaciones nuevas.

**La evaluación sumativa** permite la verificación del cumplimiento de los objetivos o propósitos educativos planteados y el logro de las competencias genéricas y la medida en que fueron obtenidos por cada estudiantado.

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 del estudiantado 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 el estudiantado discuta 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 el estudiantado tiene 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 al estudiantado 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 el estudiantado tiene 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 realiza el estudiantado de posgrado. El estudiantado de posgrado presenta los resultados de sus investigaciones ante un comité tutorial seleccionado *ad hoc* que revisa los planteamientos, los problemas en el desarrollo del trabajo, la comprensión de conceptos relacionados con la investigación y la calidad de los reportes escritos de los avances. Estos exámenes son muy importantes, pues el comité tutorial decide cuándo los objetivos del trabajo han sido cumplidos dentro de los límites de tiempo y concluir la investigación, y cuándo realizar modificaciones pertinentes a objetivos particularmente difíciles de conseguir en tiempo.
- 6) A través de un examen final de grado, donde la/el candidata/candidato demuestre los conocimientos adquiridos por medio de la defensa oral de su trabajo de investigación publicado en forma de tesis.

Cada docente tiene la capacidad de establecer métodos de evaluación según sus propias necesidades, como las siguientes:

- La autoevaluación es la que realiza el estudiantado acerca de su propio desempeño. Hace una valoración y reflexión acerca de su actuación en el proceso de aprendizaje.
- La coevaluación se basa en la valoración y retroalimentación que realizan los pares integrantes del grupo del estudiantado.
- La heteroevaluación es la valoración que el profesorado o agentes externas/externos realizan de los desempeños del estudiantado, aportando elementos para la retroalimentación del proceso.

## 11. UNIDADES DE APRENDIZAJE

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

**Básicas:** 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 estudiantado, de común acuerdo con su directora/director de tesis, elige de estas seis, las dos unidades básicas que cursará.

**Tópicos selectos:** Son aquellas unidades de aprendizaje seleccionadas para fortalecer la formación del estudiantado, 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 estudiantado 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 estudiantado 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 estudiantado. La presentación del trabajo experimental se realiza ante un comité tutorial integrado *ex professo* 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.

## Actividades extracurriculares

- **Estancias cortas:** Se refiere a que el estudiantado 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.

## Unidades de aprendizaje básicas (Cuadro 8).

- Bioestadística
- Biología Molecular
- Bioquímica
- Microbiología
- Biotecnología Vegetal
- Bioingeniería

## Unidades de aprendizaje optativas (Tópicos selectos)

### LGAC: BIOTECNOLOGÍA APLICADA AL AMBIENTE

- Biotecnología y toxicología ambiental
- Ecotoxicología Genética
- Fisiología de los Microorganismos Extremófilos

### LGAC: BIOTECNOLOGÍA AGROPECUARIA

- Control Microbiano
- Ecología química de plantas

### LGAC: BIOTECNOLOGÍA DE PRODUCTOS EN EL SECTOR SALUD

- Métodos Espectroscópicos de RMN y Metabolómica
- Comunicación Celular

### TÓPICOS SELECTOS NO RELACIONADOS CON UNA SOLA LGAC

- Relación estructura-función de proteínas
- Bioinformática en el sistema unix para análisis genómicos
- Bioinformática de proteínas

**Cuadro 8. Unidades de Aprendizaje**

<b>BÁSICAS</b>					
Biología molecular	Bioestadística	Bioingeniería	Bioquímica	Biotecnología vegetal	Microbiología

<b>*TÓPICOS SELECTOS</b>		
<b>LGAC</b>		
BIOTECNOLOGÍA APLICADA AMBIENTAL	BIOTECNOLOGÍA AGROPECUARIA	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	Comunicación Celular
Fisiología de los Microorganismos Extremófilos	-	-
Relación estructura- función de proteínas		
Bioinformática en el sistema UNIX para análisis genómicos		
Bioinformática de proteínas		

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

## 12. REQUISITOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO

En esta sección se exponen los requisitos y lineamientos a seguir en los procesos de ingreso, permanencia y egreso de la MB, con la finalidad de dar certeza y transparencia a los mismos. En los requisitos de ingreso de selección

### 12.1 Requisito de ingreso

#### a) Académicos

- Copia de certificado de estudios de licenciaturas afines a la biotecnología que indique el promedio mínimo de 8, con fecha de expedición anterior a la fecha de ingreso, emitido de manera física o electrónica. Los aspirantes egresados de instituciones educativas no pertenecientes al sistema educativo nacional están obligados a presentar el título y certificado de estudios debidamente apostillados o legalizados, y en su caso, acompañados de traducción al español, la cual deberá estar avalada por un perito oficial.
- Copia del título profesional, expedida de manera física o electrónica. Pudiendo, excepcionalmente presentar el acta de examen profesional correspondiente como indicio de terminación de su antecedente académico, teniendo el o la solicitante la obligación impostergable de entregar el original de su título profesional en un plazo máximo de seis meses contados a partir del inicio del primer periodo lectivo del programa del plan de estudios en el que se encuentre inscrito.
- Documento que acredite el nivel de dominio o comprensión del idioma inglés. El documento será expedido por instituciones públicas o particulares que cuenten con alguna certificación de la enseñanza de lenguas extranjeras por organismos internacionales o avalada por autoridades federales o estatales competentes. Cualquier documento de esta índole deberá tener máximo una vigencia de hasta dos años de antigüedad a partir de la fecha de su expedición.

#### b) Legales

- Los que establezca la normatividad y procedimientos vigentes de la UAEM

## c) De selección

- Entrevista individual de las/los aspirantes con el Comité de admisión
- 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.
- Los aspirantes extranjeros cuya lengua materna no sea el español, deberán presentar un documento que acredite el dominio del idioma español.

## d) Administrativos

- Currículum Vitae actualizado (con documentos probatorios).
- Carta de exposición de motivos y el compromiso de dedicación de tiempo completo a los estudios de posgrado (ver carta compromiso del CONACyT).
- Dos cartas de recomendación (académicas).
- Formato de solicitud de inscripción al programa de posgrado debidamente llenada (proporcionada en la oficina de la Unidad Académica.)
- Original y copia del acta de nacimiento sin importar su antigüedad, pudiendo ser exhibida de manera física o electrónica.
- Fotografías tamaño infantil.
- Identificación oficial con fotografía y la Clave Única de Registro de Población (CURP).
- Comprobante de domicilio.
- Copia del comprobante de pago.
- Los aspirantes extranjeros deberán presentar el permiso migratorio correspondiente emitido por la autoridad competente, que le permita cursar el posgrado en la UAEM.
- Carta compromiso firmada por el aspirante donde manifieste que los documentos presentados para su inscripción como estudiante del posgrado corresponden a sus originales y son legítimos. En caso de que la documentación se encuentre incompleta, deberá comprometerse a exhibir los documentos originales en el

momento en que lo requiera cualquier autoridad universitaria referida en el presente ordenamiento.

## Procedimiento de selección

La MB ofrece dos ingresos por año: en enero y agosto. El comité de admisión será por invitación del Consejo Interno del CEIB y estará conformado por integrantes del NA de la MB, Recabará y analizará toda la información de las/los aspirantes establecida en los requisitos y proceso de admisión; finalmente emitirá los resultados con carácter de inapelable del ingreso a la MB de la convocatoria vigente.

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 ([www.uaem.mx/ceib](http://www.uaem.mx/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 durante tres meses posteriores a la publicación de la convocatoria.

Los aspirantes envían sus documentos a través de un formulario de Google Forms, el cual se coloca en la convocatoria vigente. 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, aptitudes y valores (examen psicométrico) que se señalan en el perfil de ingreso. Posterior a la presentación de los exámenes, el comité de admisión realiza una entrevista personal con la/el aspirante, la cual está enfocada en explorar su motivación y compromiso para el posgrado (valores, habilidades, aptitudes, actitudes); Intereses académicos acordes con PE; expresión oral y experiencia académica y de investigación que ayudarán a desarrollar el tema de tesis seleccionado. 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 a la MB los aspirantes deben obtener un porcentaje final igual o mayor del 80%.

Una vez aceptado, el solicitante:

- Recibirá la carta de aceptación para ingresar al programa educativo en formato oficial, firmada por el Coordinador del programa educativo de la Unidad Académica o Instituto, cuyo valor jurídico para efectos del presente artículo es acreditarle como aspirante ante la Universidad hasta que concluya su proceso de inscripción y cuyo alcance se circunscribe al proceso de selección vigente.
- Presentará documento firmado donde el estudiantado exprese que recibió el vínculo electrónico para la consulta de la Legislación Universitaria, donde ha leído y comprendido los alcances del Reglamento General de Estudios de Posgrado.



## 12.2 Requisitos de permanencia

Cumplir con los siguientes requisitos:

- Haber cubierto los pagos de servicios y demás trámites correspondientes en los periodos establecidos.
- Cuando el estudiantado repruebe una sola unidad de aprendizaje (materia, curso o seminario) del PE de la MB, tendrá la oportunidad de recurrar por única vez la misma unidad de aprendizaje, salvo los tópicos selectos, que podrán ser sustituidos por otros, previa autorización del Consejo Interno de Posgrado. El estudiantado deberá recurrar la unidad de aprendizaje, para lo cual tramitará ante la Comisión Académica Interna el aval por escrito. En caso de no aprobar la unidad de aprendizaje en esta segunda oportunidad, se procederá a la baja definitiva como lo indica el RGEP.
- Cubrir los créditos académicos en cada semestre en tiempo y forma, de acuerdo con lo establecido en el plan de estudios.
- Asistir a las sesiones de asesoría establecidas por el comité tutorial designado.
- Presentar ante su comité tutorial los avances de la tesis o proyecto de titulación en cada periodo escolar y cuando su comité lo considere necesario.

## 12.3 Requisitos de egreso

### Académicos

- Haber cubierto el 100% de los créditos contemplados en el programa.
- Realizar un trabajo de investigación original en las áreas ambiental, agropecuaria o de salud con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.
- Obtener un promedio global mayor o igual a 8 y no acumular dos calificaciones reprobatorias en el transcurso del PE de la MB.
- Aceptación de la tesis por el director/directora de tesis.
- Aceptación por el Comité Tutorial de la tesis escrita para ser turnada a la Comisión Revisora. La Comisión Revisora deberá constituirse por tres sinodales, que contarán con dos suplentes. El comité tutorial podrá formar parte de la Comisión Revisora. Y el

número de integrantes externos podrá ser de hasta el 40%. La Comisión Revisora será asignada por la Comisión Académica Interna de Posgrado a propuesta del Comité Tutorial.

- Será requisito para presentar el examen de grado académico de maestría que al menos cuatro de los cinco votos emitidos por la comisión revisora sean favorables.
- Carta responsiva de no plagio de la tesis firmada por el estudiantado y la/el directora/director de tesis.
- Presentar constancia de examen de inglés de TOEFL, con un puntaje mínimo de 350.
- Será necesario presentar la defensa de la tesis ante el jurado de examen correspondiente en forma oral y escrita en las áreas ambiental, agropecuaria o de salud con un enfoque multidisciplinario, humanístico y ético.

## b) Legales

- Los que señale la normatividad y procedimientos vigentes de la UAEM.

## Causas de baja

El estudiantado causará 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 de Estudios. Además, son motivos de baja definitiva: 1. Cuando el estudiantado 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.

## 13. TRANSICIÓN CURRICULAR

La reestructuración curricular al Plan de Estudios aprobada por el Consejo Universitario en junio de 2022 entrará en vigor inmediatamente después de su aprobación y será retroactiva a partir de la generación de enero 2021 y posteriores (Ver Anexos Tabla 4).

El PE 2020 seguirá siendo vigente de manera simultánea para el estudiantado que ingresó en agosto 2020 y anteriores.

## 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

En esta sección se describen los recursos humanos, financieros, materiales y de infraestructura en que se apoya la MB para lograr su factibilidad académica y administrativa.

### 14.1 Recursos humanos

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

Profesores del Núcleo Académico (NA): son las/los Profesoras-Investigadoras/Profesores-Investigadores de Tiempo Completo (PITC) adscritas/adscritos al Centro de Investigación en Biotecnología, directamente involucradas/involucrados en la formación de recursos humanos de este posgrado como directoras/directores de tesis. Los PITC cuentan con un perfil de acuerdo con los indicadores establecidos por el CONACYT para un PNPC. La MB tiene una planta académica habilitada conformada por 20 PITC, todos con grado de doctor y perfil PRODEP; el 90% pertenecen al SNI, y de éstos, el 35 son SNI II y III. El 100%. (ver anexo 1 Tabla 3). Estas/Estos profesoras/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 el estudiantado puede insertarse con sus trabajos de investigación. Las colaboraciones nacionales e internacionales de los PITC fortalecen la formación del estudiantado 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 al estudiantado 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.

El profesorado y estudiantado deben conducirse con respeto y probidad con los miembros de la comunidad universitaria y abstenerse de realizar 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 estudiantado y participar en al menos un comité tutorial para justificar su permanencia.

## Perfil del Profesorado del NA

- Que sean académicas/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).
- Las/Los profesoras/profesores deben estar realizando investigación experimental.

## Cuerpos académicos participantes en la MB

En el Centro de Investigación en Biotecnología, los PITCs están organizados en ocho Cuerpos Académicos (CA) adscritos a la DES de CN y registrados ante PRODEP-SEP: cinco de ellos en grado de Consolidado y tres en Consolidación. Los CA se describen a continuación:

**Productos Naturales: Consolidado.** 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 Cuerpo Académico.

**Bioquímica Ambiental: Consolidado.** 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 Cuerpo Académico. 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.

**Ecotoxicología: de las Moléculas a los Ecosistemas: Consolidado.** Tiene como objetivo el análisis de problemas ambientales relacionados con la toxicidad de la contaminación ambiental y sus efectos en diferentes niveles de organización biológica. Se llevan a cabo estudios de investigación básica y aplicada de ecotoxicología y biotecnología ambiental, para entender y proponer soluciones a problemas de contaminación ambiental. También se enfoca en describir los fundamentos bioquímicos de los procesos de remediación ambiental, así como desarrollos tecnológicos (utilizando microorganismos y plantas) para la mitigación de daños ocasionados por diversos xenobióticos, especialmente plaguicidas y metales pesados

Los integrantes de este CA desarrollan su trabajo de investigación en el Laboratorio de Investigaciones Ambientales.

**Entomología y Fitopatología: Consolidado.** 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 el laboratorio de Control Biológico.

**Bioprospección: En consolidación.** 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. Los

integrantes de este CA desarrollan su trabajo de investigación en el Laboratorio de Estructura-Función e Ingeniería de Proteínas

**Microbiología de Plantas y Microorganismos: Consolidado.** 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. Los integrantes de este CA desarrollan su trabajo de investigación en el Laboratorio de Biología Molecular de Hongos.

**Genómica Estructural y Funcional de Interacciones Simbióticas: En consolidación.** Estudios de Genómica Estructural y Funcional de la interacción de microorganismos y plantas en condiciones de estrés biótico y abiótico. Así como estudios de Genómica estructural y funcional de la interacción de microorganismos entomopatógenos. El trabajo de investigación de este CA se desarrolla en los laboratorios de Fisiología Molecular de Plantas y de Estudios Ecogenómicos.

**Control Biológico: En consolidación.** El uso de organismos como bacterias, hongos, nematodos, virus, protozoarios y plantas o productos derivados de estos para el control de plagas y enfermedades agropecuarias o urbanas. El trabajo de investigación de este CA se desarrolla en el laboratorio de Control Biológico.

## Profesoras/Profesores de tiempo parcial externas/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 NA participe como director de tesis.

## 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 NA participe como asesor principal.

## 14.2 Recursos financieros

El financiamiento para la operación del posgrado proviene de diferentes fuentes. El trabajo experimental de cada estudiantado 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. En el 2021, el monto de los proyectos del CEIB con financiamiento interno y externo, es de \$43,781,787.69. La movilidad del estudiantado se financia a través de programas extraordinarios como son PFCE y el CONACyT, entre otros. Los recursos de la institución para apoyar al PE se canalizan aportando la infraestructura, los salarios de los PITC, servicios, movilidad de estudiantado y compra de reactivos.

## 14.3 Infraestructura

A partir de 2017, el CEIB cuenta con un nuevo edificio de laboratorios que se ubica en el campus Chamilpa de la UAEM. 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 estudiantado 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.

En referencia a espacios, equipos y servicios, se cuenta con la infraestructura para las actividades de investigación: un auditorio general para 120 personas, donde se realizan conferencias magistrales o congresos y 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. Además, se cuenta con bodegas de almacenamiento para material y equipo de prácticas de campo, espacios para el trabajo administrativo y de atención al estudiantado y 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 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 el estudiantado inicia sus seminarios, estos laboratorios son un importante apoyo en su formación.

## 14.4 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 al estudiantado 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 profesoras/profesores y estudiantado del Posgrado. A la fecha se cuenta con más de 2,500 libros del área de Biotecnología. Para poder impartir las unidades de aprendizaje de forma más práctica, el CEIB cuenta con proyectores y computadoras que permiten estar al día en cuanto a la modalidad didáctica, así como en el uso de software en el área de la Biotecnología.

## 14.5 Estrategias de desarrollo

El financiamiento para la operación del posgrado proviene de diferentes fuentes (CONACyT, PFCE y empresas privadas). 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 las/los responsables de laboratorio.

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

- Propiciar anualmente actividades de investigación científica y/o tecnológica que aseguren la promoción de las/los PITC del NA en el SNI y la permanencia dentro del perfil PRODER.

- Propiciar y apoyar actividades de formación y actualización del profesorado de manera permanente, a través de cursos pedagógicos, disciplinarios, de desarrollo humano, entre otros.
- Promover la participación del profesorado y estudiantado en congresos, simposios, conferencias, entre otros.
- Participar anualmente en las convocatorias de redes y proyectos nacionales e internacionales.
- Concursar anualmente en la convocatoria de ingreso/reingreso, permanencia o promoción al SNI y al PRODEP.
- Invitar a investigadoras/investigadores de instituciones extranjeras a participar en comités tutorales para la internacionalización del programa.
- Promover la colaboración con grupos de investigación nacionales, internacionales y/o del sector industrial, que deriven en la firma de convenios y propicien la movilidad de las y los PITC y el estudiantado de este PE.
- Obtener recursos financieros institucionales y externos para realizar mejoras en la infraestructura científica.
- Establecer convenios con otras instituciones que nos permitan acceder a un número mayor de recursos bibliográficos e informáticos.
- Realizar ciclos de conferencias anuales en donde se socialicen las LGAC con PITC, estudiantado y público en general.
- Dar a conocer las LGAC de la MB en redes sociales, entrevistas de radio, video de YouTube y congresos.
- Actualizar anualmente la página WEB de la MB.
- Realizar reuniones de la Comisión de Seguimiento Académico dos veces por semestre con el estudiantado y sus tutores, verificando el avance en su investigación y dando seguimiento continuo de su trayectoria para asegurar la eficiencia terminal.
- Actualizar de la base de datos de quienes egresan, envío de correos y realizar la encuesta.
- Exhortar a los que egresan de la MB a que respondan la encuesta del Programa de Seguimiento de Egresados en la Plataforma digital actualizada.
- Realizar un diagnóstico del impacto de las LGAC en los diferentes sectores de la sociedad para mantener la pertinencia de la MB de acuerdo a la demanda social.

## 15. SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR

La Comisión de Reestructuración o Modificación Curricular coordinará de manera continua, sistemática e integral la evaluación curricular y actualización de los contenidos temáticos de los cursos básicos y tópicos selectos de la MB. Esta evaluación se lleva a cabo trianualmente de manera colegiada con la comunidad académica del posgrado para dar cumplimiento al Reglamento General de Estudios de Posgrado.

### Lineamientos Generales

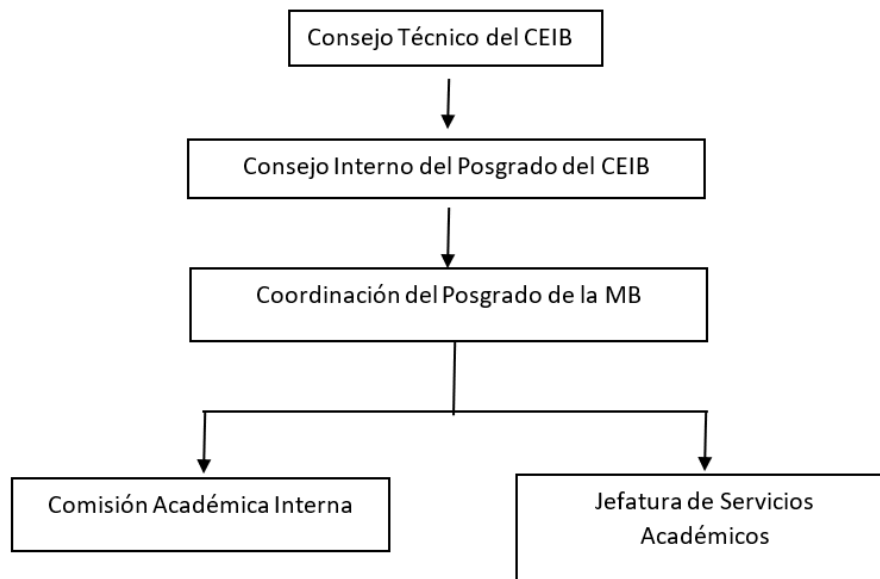
Las funciones de la Comisión de Reestructuración o Modificación Curricular de la MB son diseñar, calendarizar, coordinar, impulsar y desarrollar el documento de trabajo para la evaluación curricular de la MB; lo anterior con base en los criterios de calidad de la SEP y organismos evaluadores y acreditadores. Así mismo, dicha comisión actualiza los contenidos temáticos de las unidades de aprendizaje básicas y tópicos selectos del PE de la MB. La comisión también programa, calendariza y gestiona espacios para, junto con las/los PITC de las diferentes LGAC, se detecten áreas de oportunidad que permitan la mejora, actualización y/o reestructuración de la MB. De esta manera el PE de la MB se adapta a los nuevos requerimientos sociales y avances del conocimiento.

Las metas de la Comisión Académica de Reestructuración o Modificación Curricular de la MB son:

- a) Obtener información relevante sobre los logros y dificultades del estudiantado en su tránsito por el PE, esto se logra por medio de entrevistas de seguimiento semestral ante la Comisión Académica Interna.
- 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.
- d) Promover dentro del profesorado y el estudiantado el respeto y probidad con los integrantes de la comunidad universitaria.
- e) Velar por la no discriminación y por la igualdad de oportunidades de cualquier integrante de la comunidad universitaria.

## Estructura de la organización operativa

En la figura 1, 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.



**Figura 1. Diagrama de organización operativa de la MB**

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.

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

### El Consejo Interno de Posgrado:

Órgano colegiado encargado de impulsar y desarrollar los programas de investigación y posgrado 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 (+1) de sus integrantes.

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

La o 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 una profesora o profesor miembro de la Comisión Académica y a sugerencia de la misma; es propuesto por la o el director del CIEB y avalada por la o el Rector (a) de la UAEM, tal y como lo establece el RGEP de la UAEM.

## **La Comisión Académica Interna del PE de la MB**

La Comisión Académica Interna del PE de la MB está integrada por la o el coordinador de posgrado de la MB, dos PITC del NA, el director (a) y la o el secretario del CEIB. La permanencia de las y 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 del estudiantado 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 las y los aspirantes.
3. Vigilar de común acuerdo con la o el director principal la programación y presentación oportuna de los tutorales.
4. Atender a peticiones de carácter académico del estudiantado y profesorado, y actuar como órgano de mediación entre las partes en caso de conflicto.
5. Hacer sugerencias de índole académico al estudiantado y profesorado 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 Interna 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 las y los egresados del Programa.

8. De común acuerdo con el Comité Tutoral, nombrar al jurado revisor de tesis y de examen de grado, una vez que el estudiantado de por 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.

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

Es la responsable de apoyar al estudiantado 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.

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

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



## Bibliografía

1. Plan Institucional de Desarrollo (PIDE) 2018-2023 de la UAEM.
2. La política educativa de México desde una Perspectiva Regional. INEE-IIPE UNESCO, 2018.
3. Perspectivas OCDE: México Políticas Clave para un Desarrollo Sostenible. 2010
4. Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible. ONU, 2015.
5. Plan Nacional de Desarrollo (PIDE) 2019-2024. SEGOB, Diario Oficial de la Federación, 2019.
6. Programas Sectoriales de Educación (PSE 2020-2024). SEP, 2019
7. Plan Estatal de Desarrollo (PED 2019-2024). Gobierno del Estado de Morelos. 2019
8. Código Ético Universitario de la UAEM. a 2017. ÓRGANO INFORMATIVO UNIVERSITARIO Adolfo Menéndez Samará NÚMERO 98.AÑO XXII, 2017.
9. The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda,
10. Main Findings and Policy Conclusions, París: OCDE, 2009.
11. Organización Mundial de la Propiedad Intelectual de la Naciones Unidas (OMPI), 2020.
12. La biotecnología en México. Mario Alberto Morales Sánchez y Marcela Amaro Rosales (Coordinadores). Facultad de Economía, UNAM, 2019.
13. CONACyT. Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, publicado por el Centro de Análisis para la Investigación en Innovación (CAIINNO), 2015.
14. INEGI 2019
15. PROGRAMA SECTORIAL DE DESARROLLO SUSTENTABLE 2019-2024. Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, 2019.
16. Anuies, 2021
17. Biotecnología. PROMEXICO
18. <http://www.gob.mx/promexico/acciones-y-programas/biotecnologia>, 2014
19. Panorama actual de la Industria Biotecnológica en México. PROMEXICO <http://agrobioteg.org/la-industria-de-la-biotecnologia-en-mexico/>, 2017.
20. Biotecnología alimentaria producción e impacto <https://www.eleconomista.com.mx/arteseideas/Biotecnologia-alimentaria-produccion-e-impacto-20170606-0044.html> [www.conacyt.gob.mx](http://www.conacyt.gob.mx), 2018.
21. Biotecnología y desarrollo. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2009. [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/3650/S2009064\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/3650/S2009064_es.pdf)
22. Investigación, desarrollo tecnológico e innovación <https://www.inegi.org.mx/temas/ciencia/>, 2017.

## ANEXOS

**Tabla 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.

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

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

**Tabla 4.** Transición curricular

### Unidades de Aprendizaje:

1. Básicas
2. Tópicos Selectos



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

**Tabla 1. Programas de Maestrías en Biotecnología a nivel nacional**

No.	PROGRAMA	INSTITUCIÓN	ENTIDAD	REGIÓN GEOGRÁFICA	NIVEL PNPC	Créditos	LGAC	Perfil de ingreso
1	Maestría en Biotecnología	UAS	Sinaloa	Noroeste	en desarrollo	No se encontró la información	Bioprocesos y alimentos funcionales, Mejoramiento genético y control de enfermedades en vegetales, Biología celular y molecular de enfermedades /medio ambiente	Áreas afines
2	Maestría en Biotecnología y Manejo de Recursos Naturales	UATx	Tlaxcala	Centro	en desarrollo	112	Biología; Ecología de la conducta e interacciones interespecíficas en ambientes naturales y antropizados; Ecología, aprovechamiento y manejo de hongos y mixomicetos	químico-biológica
3	Maestría en Biotecnología	UAEM	Morelos	Centro	consolidado	92	Biología aplicada al ambiente, Biotecnología agropecuaria,	Biología, Ciencias Agropecuarias y de la Salud





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



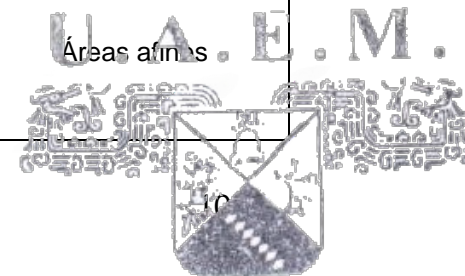
**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

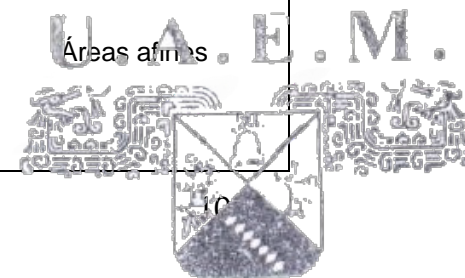
**Tabla 1. Programas de Maestrías en Biotecnología a nivel nacional**

No.	PROGRAMA	INSTITUCIÓN	ENTIDAD	REGIÓN GEOGRÁFICA	NIVEL PNPC	Créditos	LGAC	Perfil de ingreso
							Biotecnología de productos en el sector salud	
4	Maestría en Biotecnología	UAM	Ciudad de México	Centro	consolidado	180	Biología molecular de microorganismos industriales, bioquímica de macromoléculas, biotecnología ambiental, biotecnología de los alimentos, fermentaciones microbianas, productos naturales,	Biotecnología, bioquímica y alimentaria
5	Maestría en Ciencias Especialidad en Biotecnología	CINVESTAV	Ciudad de México	Centro	competencia internacional	274 Cuatrimestres	Biotecnología ambiental, Biología molecular y biocatálisis, Bioprocesos y bioproductos	Ingeniería química, biología, química, biotecnología
6	Maestría en Ciencias en la Especialidad de Biotecnología de Plantas	CINVESTAV	Guanajuato	Occidente	competencia internacional	No especifica	Ecofisiología, bioquímica y biología molecular de las interacciones	Áreas afines



**Tabla 1. Programas de Maestrías en Biotecnología a nivel nacional**

No.	PROGRAMA	INSTITUCIÓN	ENTIDAD	REGIÓN GEOGRÁFICA	NIVEL PNPC	Créditos	LGAC	Perfil de ingreso
							planta- microorganismo y planta-insecto; Bioquímica, bioenergética y proteómica; Metabolismo secundario, compuestos bioactivos y metabolómica; Agro- biotecnología; Regulación genética, epigenética y desarrollo; Genómica, biología sintética y evolución; Biología computacional y bioestadística	
7	Maestría en Ciencias en Biotecnología	UPEMOR	Morelos	Centro	en desarrollo	No especifica	Dinámica de contaminantes y sustentabilidad; Diseño de nuevos productos de aplicación biotecnológica para	U.A.E.M. Áreas afines





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



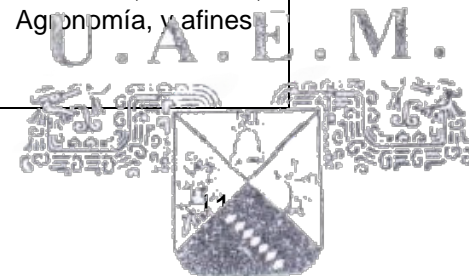
**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

**Tabla 1. Programas de Maestrías en Biotecnología a nivel nacional**

No.	PROGRAMA	INSTITUCIÓN	ENTIDAD	REGIÓN GEOGRÁFICA	NIVEL PNPC	Créditos	LGAC	Perfil de ingreso
							el desarrollo sustentable	
8	Maestría en Ciencias en Ecología y Biotecnología	UV	Veracruz	Sureste	en desarrollo	123	Biotecnología aplicada a la ecología y sanidad vegetal; Ecología y manejo de la biodiversidad: de genes a ecosistemas	biología, agronomía, ingeniería ambiental, química, ecología, conservación
9	Maestría en Ciencias en Biotecnología Aplicada	IPN	Tlaxcala	Centro	consolidado	68	Biotecnología genómica; Biotecnología ambiental; Nanobiotecnología; Biotecnología agroalimentaria; Bioprocesos	químico-biológica, ingeniería bioquímica, química, agrícola, agronomía
10	Maestría en Ciencias en Biotecnología Genómica	IPN	Tamaulipas	Noreste	consolidado	99	Biotecnología ambiental y microbiana; Biotecnología agropecuaria y de recursos genéticos; Biotecnología biomédica y farmacéutica	Químico-Médico-Biológicas, Bioquímica, Biología, Química, Veterinaria, Medicina, Agronomía, y afines





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



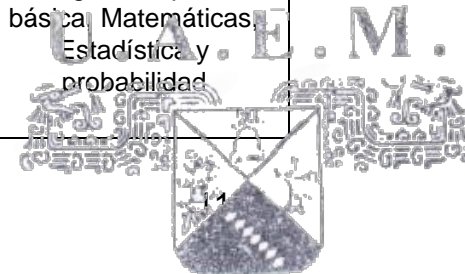
**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

**Tabla 1. Programas de Maestrías en Biotecnología a nivel nacional**

No.	PROGRAMA	INSTITUCIÓN	ENTIDAD	REGIÓN GEOGRÁFICA	NIVEL PNPC	Créditos	LGAC	Perfil de ingreso
11	Maestría en Ciencias en Biotecnología Agropecuaria	ITNM El Llano	Aguascalientes	Occidente	en desarrollo	100	Biología para plantas de zonas áridas y semiáridas; Biotecnología en ciencia animal; Nutrición animal	Químico-Biológica (Ingeniero Agrónomo, Biólogo, Médico Veterinario, Químico, Bioquímico y afines)
12	Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología	ITNM Mérida	Yucatán	Sureste	consolidado	100	Dinámica de contaminantes y sustentabilidad; Diseño de nuevos productos de aplicación biotecnológica para el desarrollo sustentable	Biología, química, áreas afines
13	Maestría en Ciencias en Agrobiotecnología	ITNM Tlajomulco	Jalisco	Occidente	consolidado	100	Procesos agroindustriales; Sistemas de producción agrobiotecnológica	químico-biológica (biológica, químico, ingeniería en química, alimentos, industrial, agronomía)
14	Maestría en Ciencias de los Alimentos Y Biotecnología	ITS de Tierra Blanca	Veracruz	Sureste	en desarrollo	100	Biología enzimática y de fermentaciones; Ingeniería de procesos biotecnológicos y alimentario;	Química orgánica, Biología, Bioquímica básica, Matemáticas, Estadística y probabilidad





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



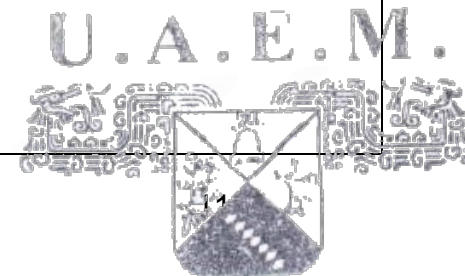
Tabla 1. Programas de Maestrías en Biotecnología a nivel nacional

No.	PROGRAMA	INSTITUCIÓN	ENTIDAD	REGIÓN GEOGRÁFICA	NIVEL PNPC	Créditos	LGAC	Perfil de ingreso
							Conservación y aprovechamiento integral de alimentos	
15	Maestría en Biotecnología Agrícola	UACHapingo	Estado De México	Centro	en desarrollo	75	Recursos genéticos, Ingeniería genética y cultivo in vitro de plantas, Mejoramiento genético asistido	Licenciatura en Agronomía, Biología, Química o ciencias afines
16	Maestría en Biotecnología	UACH	Chihuahua	Noroeste	consolidado	88	Caracterización molecular de agentes patógenos, Evaluación de la exposición a sustancias tóxicas, Bioprospección y biodiversidad ambiental, Bioprocesos y biología molecular	Área afín al posgrado



**Tabla 2. Comparativo con posgrados latinoamericanos**

País/Institución	Nombre del programa	Objetivos	Créditos	LGCA compartidas con MB	Enfoque
ARG/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 básica de la biotecnología.	44	No especifica	Área pecuaria
BRA/ UNIVERSIDAD DE SAN PABLO	Maestría en biotecnología	El Programa Interunitario de Posgrado en Biotecnología (PPIB) de la Universidad de San Pablo es un programa stricto sensu para la formación de recursos humanos a nivel de posgrado para el trabajo en Biotecnología.	No especifica	Biotecnología Ambiental	Médica, ambiental, agropecuaria, industrial
BRA/ UNIVERSIDAD ESTATAL DE FEIRA DE SANTANA	Maestría en biotecnología	El PPGBiotec tiene como objetivo formar maestros y doctores para trabajar en la educación universitaria (pregrado y posgrado), como investigadores activos y emprendedores en el campo de la Biotecnología.	80	Actividades biológicas de productos naturales, recombinantes y sintéticos	Salud, agropecuaria, industrial
BRA/ UNIVERSIDAD DE CAXIAS DO SUL	Maestría en biotecnología	Formar recursos humanos altamente calificados en Biotecnología para trabajar en la educación superior, en la investigación científica y tecnológica y en el sector productivo; Contribuir a la construcción del conocimiento técnico-científico en sus áreas de especialización, a través de la publicación científica y el desarrollo de procesos tecnológicos. Ampliar y consolidar las relaciones de la Universidad con el gobierno y con el sector productivo, a fin de posibilitar	34	Biotecnología aplicada a la salud y el medio ambiente	Salud, agropecuaria, industrial

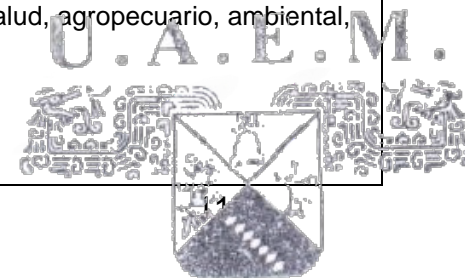


**Tabla 2. Comparativo con posgrados latinoamericanos**

País/Institución	Nombre del programa	Objetivos	Créditos	LGCA compartidas con MB	Enfoque
		un aumento de las inversiones en investigación científica y tecnológica; Producir y transferir tecnología y productos biotecnológicos a la sociedad.			
BRA/ UNIVERSIDAD DE MOGI DAS CRUZES	Maestría en Biotecnología	Formar profesionales con formación en Ciencias Exactas y / o Biológicas para trabajar en el área de la Biotecnología, tanto en investigación como en desarrollo tecnológico, con el objetivo de cubrir la demanda existente en empresas e instituciones de docencia e investigación. Formar profesores universitarios, dotándolos de una formación multidisciplinar y ampliando sus horizontes de conocimiento y áreas de especialización.	48	Biotecnología aplicada a la salud	Salud, Agronegocios y conservación
BRA/ UNIVERSIDAD DE RIBEIRÃO PRETO	Maestría en Biotecnología	Formar médicos, maestrías e investigadores, que les permita planificar y desarrollar investigaciones científicas, con enfoques interdisciplinarios, centrados en las dos áreas de concentración del programa: Biotecnología Aplicada a la Salud Humana y Animal y Biotecnología aplicada a la agroindustria y el entorno; y capacitar a profesionales con capacidad emprendedora, herramientas de gestión y aptitud para transformar el conocimiento en productos biotecnológicos demandados en el contexto nacional.	120	Biotecnología Aplicada a la Salud Humana y Animal y Biotecnología aplicada a la agroindustria y el entorno	Salud, agroindustria
COL/ Icesi	Universidad Maestría en Biotecnología	Las concentraciones de la Maestría en Biotecnología posibilitan aplicaciones al estudio, conservación y utilización	51	Biotecnología Agrícola, Molecular,	Agricultura, Salud, ambiental

**Tabla 2. Comparativo con posgrados latinoamericanos**

País/Institución	Nombre del programa	Objetivos	Créditos	LGCA compartidas con MB	Enfoque
		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.		Celular y de Organismos Biotecnología Ambiental y Bioindustrial	
COL/ 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	48	Biomoléculas y biocontrol	Aprovechamiento de residuos agroindustriales, Biomoléculas y biocontrol
COL/UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA	Maestría en Biología Molecular y Biotecnología	-	55	Biología Molecular y Biotecnología para el Sector Salud; Biología Molecular y Biotecnología para el Sector Agropecuario; Biología	Salud, agropecuario, ambiental,

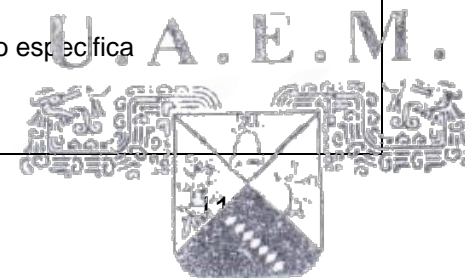


**Tabla 2. Comparativo con posgrados latinoamericanos**

País/Institución	Nombre del programa	Objetivos	Créditos	LGCA compartidas con MB	Enfoque
				Molecular y Biotecnología para el Sector Ambiental	
CUB/ UNIVERSIDAD DE ORIENTE	Máster en biotecnología	Formar egresados con adecuados conocimientos en biotecnología según las tendencias actuales del desarrollo en la industria, la agronomía y el medio ambiente.	70	Biotecnología ambiental	Tratamiento Biológico de Residuales Biorremediación de Ecosistemas Impactados Biotecnología de Hongos Superiores Tecnología Enzimática y Microbiana Inmunología Aplicada
PER/ UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS	Maestría en biotecnología	La Maestría en Biotecnología nace con el fin de ayudar a generar nuevos productos, procesos o servicios de alto valor en el mercado mediante la aplicación bioprocesos y tecnologías de avanzada usando la biodiversidad como insumo. Además, el programa brinda al estudiantado las competencias necesarias para fortalecer la investigación, innovación y transferencia tecnológica, de manera que permita enfrentar eficientemente los desafíos del país	72	No especifica	No especifica
CHL/ UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE	Magíster en biotecnología bioquímica	El Magíster en Biotecnología Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Austral de Chile es un programa acreditado que desarrolla en el estudiantado capacidades para que ejecute en forma autónoma y comunique procesos conducentes a la generación de productos	30	No especifica	productos biotecnológicos, diagnóstico bioquímico en el sector productivo

**Tabla 2. Comparativo con posgrados latinoamericanos**

País/Institución	Nombre del programa	Objetivos	Créditos	LGCA compartidas con MB	Enfoque
		biotecnológicos y realizar diagnóstico bioquímico en el sector productivo. Este programa satisface la demanda de este sector de nuestra economía por personal altamente calificado y además vincula al sector productivo con la investigación científica y tecnológica universitaria. Igualmente, forma graduados con un conocimiento teórico-práctico actualizado con capacidades para incorporarse en laboratorios de investigación Biotecnológica y/o para proseguir programas de Doctorado en Ciencias.			
CHL/ UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA	Magíster en Ciencias de la Ingeniería Mención Biotecnología	Especializar a nivel de postgrado a Licenciados en Ciencias de la Ingeniería o profesionales que hayan obtenido un Título Profesional cuyo nivel y contenido de estudios sean equivalentes a los necesarios para obtener el grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería, para desarrollar investigación científica en bioprocesos y aplicaciones de la biotecnología en esta área.	68	Ingeniería y Biotecnología Ambiental	Ambiental, farmacéutico
URY/ UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA	Maestría en Biotecnología	El Posgrado de Biotecnología tiene como objetivo la formación de profesionales altamente calificados en el campo de la Biotecnología. Tendrá como objetivo principal la capacitación de egresados para desarrollar en forma autónoma actividades de generación de nuevos conocimientos.	160	No especifica	No especifica





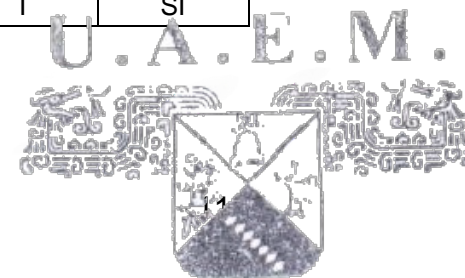
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



**Tabla 3. PITC del Núcleo Académico de la Maestría en Biotecnología**

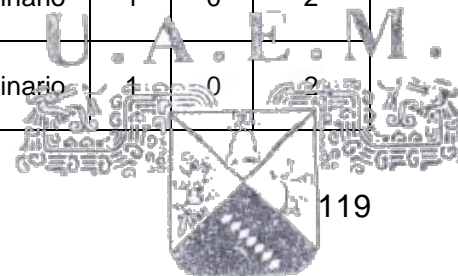
No.	NOMBRE PTC	INSTITUCIÓN QUE OTORGÓ EL GRADO	S.N.I	PRODEP
1.	•VILLARREAL ORTEGA MARÍA LUISA	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	III	SI
2.	• CARDOSO TAKETA ALEXANDRE	Universidad de Bonn, Alemania	II	SI
3.	• FOLCH MALLOL JORGE LUIS	Universidad de Sevilla, España	III	SI
4.	• VILLEGAS VILLARREAL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



**SECRETARIA  
GENERAL**

Tabla 4. TRANSICIÓN CURRICULAR

Tabla 4. TRANSICIÓN CURRICULAR									
PLAN DE ESTUDIOS 2020					PLAN DE ESTUDIOS 2022				
Eje Formativo	Tipo de Unidades de Aprendizaje	H/T/S	H/P/S	Créditos	Eje Formativo	Tipo de Unidades de Aprendizaje	H/T/S	H/P/S	Créditos
<b>Teórico</b>	Básico	6	0	12	<b>Teórico</b>	Básico	6	0	12
	Básico	6	0	12		Básico	6	0	12
	Tópico selecto	3	0	6		Tópico selecto	3	0	6
	Tópico selecto	3	0	6		Tópico selecto	3	0	6
<b>Investigación</b>	Trabajo experimental (Proyecto de Investigación)	0	12	12	<b>Investigación</b>	Trabajo experimental (Proyecto de Investigación)	0	12	12
	Trabajo experimental (Resultados Preliminares)	0	12	12		Trabajo experimental (Resultados Preliminares)	0	12	12
	Trabajo experimental (Resultados)	0	12	12		Trabajo experimental (Resultados)	0	12	12
	Trabajo experimental (Integración de 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





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

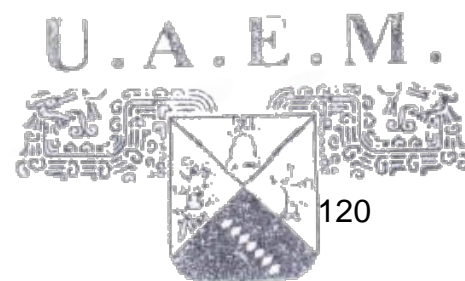
## Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

**Tabla 4. TRANSICIÓN CURRICULAR**

Tabla 4. TRANSICIÓN CURRICULAR									
PLAN DE ESTUDIOS 2020					PLAN DE ESTUDIOS 2022				
	Seminario	1	0	2		Seminario	1	0	2
	Seminario	1	0	2		Seminario	1	0	2
TOTAL		22	48	92	TOTAL		22	48	92







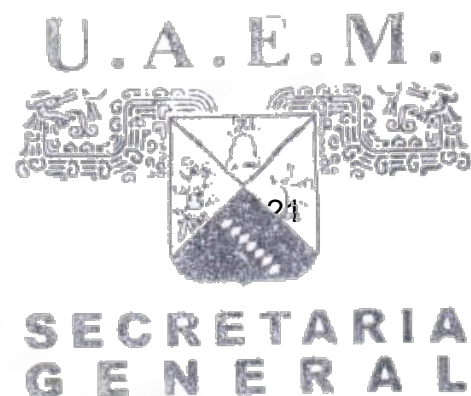
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

- Básicas
- Tópicos selectos



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA



# Maestría en Biotecnología

## Biotecnología Vegetal

### UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad académica Centro de Investigación en Biotecnología							
Programa educativo Maestría en Biotecnología							
Unidad de aprendizaje: <b>Biotecnología Vegetal</b>				Ciclo de formación: Básico			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: se puede cursar en los semestres 1, 2, 3 o 4			
Elaborado por: Dra. Patricia Castillo España, Dra. Susana Valencia Díaz, Dr. José de Jesús Arellano García, Dra. Irene Perea Arango.				Fecha de elaboración: febrero 2015			
Actualizado por: Dra. Susana Valencia Díaz, Dr. José de Jesús Arellano García, Dra. Irene Perea Arango.				Fecha de revisión y actualización: septiembre 2021			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	4	2	6	12	Básico	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Maestría en Biotecnología							

#### 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) 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.

### Competencias específicas

- Analizar la información científica actual en las áreas ambiental, de salud y agropecuaria para trabajar de forma profesional, confiable e independiente examinando la información teórica y estadística existente con el empleo de plataformas de búsqueda científica y software estadístico.
- Recomendar soluciones y rutas de acción a problemas de índole biotecnológica en las áreas ambiental, salud y agropecuarias para minimizar la ocurrencia de errores en la toma de decisiones a través de una actualización continua en su área de especialidad escribiendo documentos y reportes técnicos que inciden en la solución de problemas en diferentes campos biotecnológicos.
- Aplicar el pensamiento crítico, autocrítico y reflexivo para una mejor planeación y ejecución de proyectos mediante la discusión y análisis de manera autónoma y colaborativa de la información científica relevante relacionada con la biotecnología.
- Aplicar habilidades interpersonales, de expresión y comunicación para trabajar de forma colaborativa y autónoma en el ámbito laboral con base en las experiencias y aprendizaje obtenido en los ejes formativos, la participación en estancias, seminarios institucionales u otros eventos académicos.

### LGAC Salud

- Generar procesos biotecnológicos que permitan lograr una producción incrementada y homogénea de compuestos bioactivos, a partir de la síntesis química, el uso de microorganismos, cultivos de tejidos vegetales o celulares; promoviendo la innovación y el desarrollo tecnológico a través de la aplicación de los conocimientos y habilidades adquiridas durante el desarrollo del proyecto de tesis.
- Aplicar diferentes estrategias que incrementen y homogenicen la producción de compuestos de interés implementando herramientas biotecnológicas utilizando

sistemas de cultivos in vitro de tejidos vegetales y de microorganismos para su escalamiento en biorreactores.

- Investigar las vías metabólicas de síntesis de moléculas bioactivas. Para incrementar su producción utilizando técnicas de biología molecular mediante la manipulación de la expresión de los genes involucrados.

## LGAC Biotecnología Ambiental

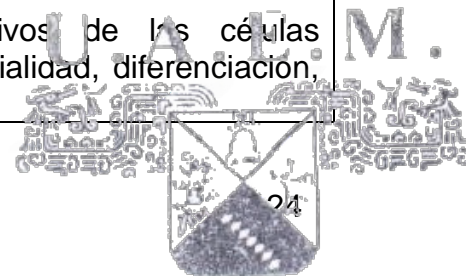
- Proponer sistemas o moléculas de interés biotecnológico para prevenir y/o atenuar los problemas ambientales y de salud, mediante el desarrollo de estrategias eficientes de producción, utilizando metodología de diseño experimental y herramientas moleculares.
- Desarrollar sistemas de producción heteróloga para la expresión de las enzimas de interés biotecnológico, utilizando diferentes modelos de organismos que implica su elaboración mediante ingeniería genética.

## LGAC del área de Agropecuaria.

- Evaluar los factores que afectan la germinación, viabilidad y longevidad de semillas de plantas útiles, para generar protocolos de almacenaje y manejo de bancos, a través de experimentos de germinación bajo diferentes tratamientos, con técnicas experimentales en condiciones controladas.
- Desarrollar estrategias innovadoras para mejorar la tolerancia de las plantas al estrés biótico y abiótico, por medio de la modificación genética con el uso de técnicas moleculares.

## CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. INTRODUCCIÓN Y ARQUITECTURA DE LAS PLANTAS SUPERIORES	1. Arquitectura de las plantas superiores. Tejidos adultos y tejidos embrionarios (meristemos). 2. Formación del embrión 3. El embrión maduro y la semilla Germinación de la semilla
2. DISEÑO EXPERIMENTAL EN CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES	2.1. Elementos del diseño experimental 2.2. Diseños experimentales comunes en la Biotecnología Vegetal.
3. CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES: LA MANIPULACIÓN DEL DESARROLLO DE LA PLANTA	3.1. Fundamentos de las herramientas empleadas en el cultivo de células y tejidos vegetales (CCTV). 3.2. Rasgos distintivos de las células vegetales. Totipotencialidad, diferenciación, desdiferenciación.





## Maestría en Biotecnología



Bloques	Temas
	<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>
<b>4. MÉTODOS DE REGENERACIÓN DE PLANTAS IN VITRO</b>	<p>4.1. Organogénesis</p> <p>4.2. Organogénesis Indirecta</p> <p>4.3. Organogénesis Directa</p> <p>4.4. Embriogénesis Somática</p>
<b>5. ANORMALIDADES FISIOLÓGICAS Y ESTABLECIMIENTO DE PLANTULAS EX VITRO</b>	<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>
<b>6. CULTIVO DE TEJIDO DE CALLOS Y SUSPENSIONES CELULARES</b>	<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>
<b>7. BIOREACTORES Y ESCALAMIENTO DE CULTIVOS VEGETALES</b>	
<b>8. INGENIERÍA GENÉTICA</b>	<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. <i>Agrobacterium</i> (Plásmidos Ti y Ri).</p>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

Bloques	Temas
	<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, tilling, 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>
<p><b>9. REGULACIÓN Y BIOSEGURIDAD</b></p>	<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>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



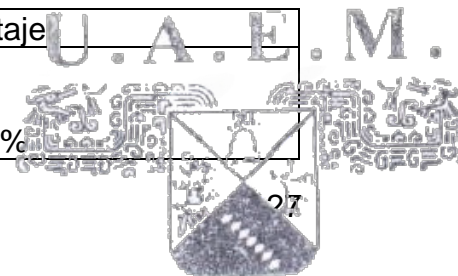
**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	<input checked="" type="checkbox"/>	Nemotecnia	<input type="checkbox"/>
Estudios de caso	<input checked="" type="checkbox"/>	Análisis de textos	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajo colaborativo	<input checked="" type="checkbox"/>	Seminarios	<input checked="" type="checkbox"/>
Plenaria	<input checked="" type="checkbox"/>	Debate	<input checked="" type="checkbox"/>
Ensayo	<input checked="" type="checkbox"/>	Taller	<input checked="" type="checkbox"/>
Mapas conceptuales	<input type="checkbox"/>	Ponencia científica	<input checked="" type="checkbox"/>
Diseño de proyectos	<input checked="" type="checkbox"/>	Elaboración de síntesis	<input type="checkbox"/>
Mapa mental	<input type="checkbox"/>	Monografía	<input type="checkbox"/>
Práctica reflexiva	<input checked="" type="checkbox"/>	Reporte de lectura	<input checked="" type="checkbox"/>
Trípticos	<input type="checkbox"/>	Explosión 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 checked="" type="checkbox"/>
Debate o Panel	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajos de investigación documental	<input checked="" type="checkbox"/>
Lectura comentada	<input checked="" type="checkbox"/>	Anteproyectos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminario de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>	Discusión guiada	<input checked="" type="checkbox"/>
Estudio de Casos	<input checked="" type="checkbox"/>	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	<input checked="" type="checkbox"/>
Foro	<input checked="" type="checkbox"/>	Actividad focal	<input checked="" type="checkbox"/>
Demostraciones	<input checked="" type="checkbox"/>	Analogías	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios prácticos (series de problemas)	<input checked="" type="checkbox"/>	Métodos de proyectos	<input checked="" type="checkbox"/>
Interacción con la realidad ( a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	<input checked="" type="checkbox"/>	Exploración de la web	<input checked="" type="checkbox"/>
Archivo	<input type="checkbox"/>	Portafolio de evidencias	<input checked="" type="checkbox"/>
Ambiente virtual ( foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	<input checked="" 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>Evaluación del Conocimiento:</b> determina si el alumno posee competencias genéricas y	60%





## Maestría en Biotecnología



<p>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 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%
Total	100%

### PERFIL DEL PROFESOR

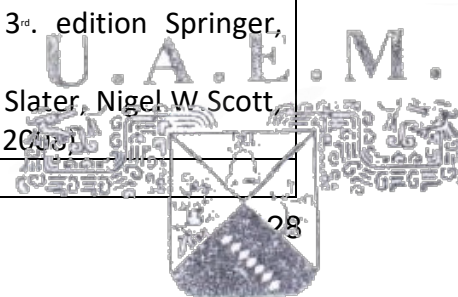
Grado de Doctor en Ciencias Naturales, con experiencia demostrada a través de publicaciones dentro del ámbito de la Biotecnología Vegetal. El profesor participante en el curso, deberá ser un profesional capacitado para la formación de recursos humanos en el ambiente educativo. Además de contar con la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

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

#### 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, 2003).

#### Complementarias:







UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

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.routeetvies.fr/medias/files/1-plant-biotechprinciples-techniques-and-applications1.pdf>

**Otros:** -----  
-----



## Microbiología

### UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad académica Centro de Investigación en Biotecnología							
Programa educativo Maestría en Biotecnología							
Unidad de aprendizaje: Microbiología				Ciclo de formación: Básico			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: se puede cursar en semestres 1, 2, 3 o 4			
Elaborado por: Dra. Elba Cristina Villegas Villarreal				Fecha de elaboración: 26/11/ 2021			
Actualizado por: Dra. Elba Cristina Villegas Villarreal				Fecha de revisión y actualización: 30/11/ 2021			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	4	2	6	12	Básica	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Maestría en Biotecnología							

#### PRESENTACIÓN

El curso de microbiología brinda al estudiante una visión integral sobre el estudio de los microorganismos. Abordando las teorías sobre el origen de la vida, ciclos biogeoquímicos, ambientes microbianos, 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, cultivo en agar y en líquido, realizando observaciones al microscopio mediante el uso de tinciones, abordando temas de cultivo, en agar y en líquido 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).

#### PROPÓSITOS

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, reconociendo ecosistemas y habitats, aislando microorganismos puros para identificarlos mediante observaciones al microscopio mediante el uso de tinciones. Identificando microorganismos mediante técnicas bioquímicas, usando reacciones



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



CEIB  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

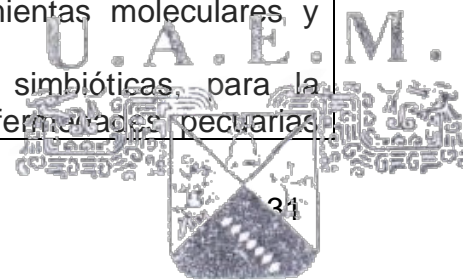
enzimáticas, degradación de sustratos, identificación por anticuerpos, abordando temas de cultivo, crecimiento, producción de metabolitos primarios y secundarios, interacciones entre microorganismos, y su relación con el desarrollo de la biotecnología ambiental (aire, agua, suelo), industrial (alimentos, bebidas fermentadas, médica) y agrícola (control biológico de plagas, biofertilizantes, promotores de crecimiento).

### COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

- 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.
- 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.

#### Competencias específicas

- Desarrollar proyectos de biotecnología en las áreas ambiental, agropecuaria y de la salud para contribuir a la solución de problemas en las áreas ambiental, agropecuaria y de la salud trabajando de forma colaborativa a partir del intercambio académico con instituciones de educación superior, gubernamentales o industriales, nacionales o internacionales.
- Transmitir conocimientos para la formación de recursos humanos en el área biotecnológica en diferentes niveles a través de la participación en labores de docencia con el empleo de las habilidades orales y escritas adquiridas.
- Aplicar diferentes estrategias que incrementen y homogenicen la producción de compuestos de interés implementando herramientas biotecnológicas utilizando sistemas de cultivos in vitro de tejidos vegetales y de microorganismos para su escalamiento en biorreactores.
- Identificar compuestos bioactivos para la formulación de biopesticidas y biofertilizantes, a través de experimentos biodirigidos utilizando cepas nativas de microorganismos, virus y extractos vegetales.
- Seleccionar microorganismos y sus genes, con capacidades promotoras del crecimiento vegetal para mejorar la productividad de cultivos de importancia agrícola por medio de experimentos biodirigidos, utilizando herramientas moleculares y morfológicas.
- Analizar genomas de microorganismos en asociaciones simbióticas, para la búsqueda de genes involucrados en la contención de enfermedades pecuarias.



31



# Maestría en Biotecnología

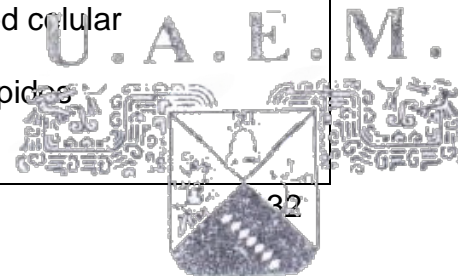


haciendo uso de la genómica estructural y funcional, con técnicas de bioinformática y bases de datos especializadas.

- Desarrollar estrategias de control biológico, para disminuir la población de plagas agrícolas y pecuarias, diseñando experimentos en laboratorio, invernadero y campo con base en el conocimiento de las interacciones bióticas.

## CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. MICROBIOLOGÍA: CONCEPTO Y DESARROLLO HISTÓRICO	1.1 Teorías del origen de la vida 1.2 Concepto de microbiología 1.3 Importancia de los microorganismos. Archaea, Bacteria: Bacillaceae y Cocáceas y Eucarya: Protozoarios, Hongos y Levaduras. 1.4 Historia de la microbiología y áreas afines 1.5 Taxonomía y sistemática. 1.6 Compilaciones de sistemática de procariontes: El "Bergey's Manual". 1.7 Principales características utilizadas en clasificación e identificación. 1.8 Importancia de la microbiología y su relación con otras ciencias biológicas. 1. Dominios: Archaea, Bacteria: Bacillaceae y Cocáceas y Eucarya: Protozoarios, Hongos y Levaduras.
2. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN	2.1 Bacterias y Cianobacaterias 2.2 Criterios de clasificación 2.3 Clasificación de Whittaker 2.4 Clasificación Metabólica 2.5 Morfología al microscopio y de colonia en agar 2.6 Tinciones de Gram, esporas, capsula, etc. 2.7 Identificación de bacilos, cocos, espiroquetas, estructuras amorfas 2.8 Principales grupos bacterianos 2.9 Bactericinas, cianotoxinas y otras toxinas 2.10 Importancia ambiental, sanitaria, alimenticia, agrícola 2.11 Estructuras bacterianas 2.12 Identificación de pared celular 2.13 Peptidoglicano 2.14 Membrana de fosfolípidos 2.15 Ribosomas 2.16 DNA, plásmidos

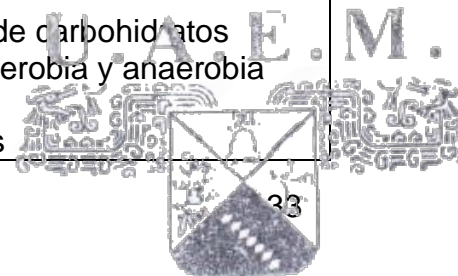




# Maestría en Biotecnología



Bloques	Temas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.17 Vesículas</li> <li>2.18 Flagelo</li> <li>2.19 Fimbria</li> <li>2.20 Pili</li> <li>2.21 Cápsula</li> <li>2.22 Antígenos</li> <li>2.23 Esporas</li> </ul>
<p><b>3. METABOLISMO Y CRECIMIENTO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.1. Definición de metabolismo</li> <li>3.2. Fuentes de energía y nutrición utilizada por los microorganismos</li> <li>3.3. Crecimiento microbiano</li> <li>3.4. Medios de cultivo</li> <li>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> </li> <li>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> </li> <li>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> </li> <li>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> </li> </ul>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología

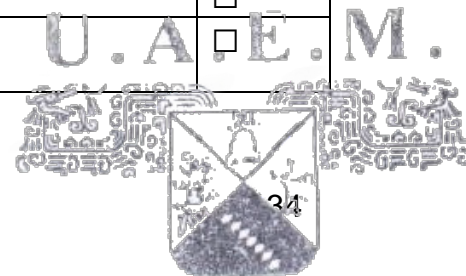


**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

Bloques	Temas
	3.9 Fotosíntesis, conjugación, Plásmidos Transducción
<b>4. TÉCNICAS MICROBIOLÓGICAS</b>	4.1 Técnica de siembra 4.2 Pruebas bioquímicas 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

<b>Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)</b>			
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"/>	Explosión oral	<input checked="" 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 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 type="checkbox"/>
Ejercicios prácticos (series de problemas)	<input checked="" type="checkbox"/>	Métodos de proyectos	<input type="checkbox"/>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

Interacción con la realidad (a través de ideas, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	<input checked="" 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): Haga clic o pulse aquí para escribir texto.			

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Porcentaje
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%
Total	100%

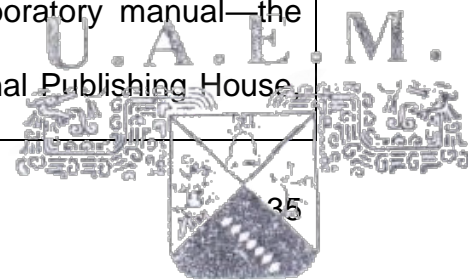
### PERFIL DEL PROFESOR

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 BIBLIOGRÁFICAS

#### 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., Dunlanp, P.V., Clark, D.P. (2009). Brock, Biología de los microorganismos 12<sup>a</sup> Ed. Pearson-Addison, Wesley

### Complementarias:

- Artículos seleccionados *ex profeso* relacionados a los temas del curso
- Hernández, H. F., Peña, Y. P., Rubalcaba, S. C., Bertheau, A. M. R., Díaz, J. G., & Samper, Y. M. (2013). Immunological methods for the quick identification of bacteria and protozoa in water. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 51(1), 84-96.

### Web:

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

Otros: video estructura del flagelo <https://www.youtube.com/watch?v=5P6zO99ihOU>

Medios de cultivo <https://www.youtube.com/watch?v=H1-lpZ8T-U>

Metodos de esterilización <https://www.youtube.com/watch?v=TOKDVSH2hmE>

Técnicas de inoculación [outube.com/watch?v=CA\\_SOYGRFLg](https://www.youtube.com/watch?v=CA_SOYGRFLg)

Tinción de Gram <https://www.youtube.com/watch?v=FceD8FFhuew>

Tinción para ver pruebas del yogurt <https://www.youtube.com/watch?v=IDGEoUU7ngo>

Pruebas bioquímicas para identificar bacterias  
<https://www.youtube.com/watch?v=tkGpcdBH9N0>



## Bioingeniería

### UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad académica Centro de Investigación en Biotecnología							
Programa educativo Maestría en Biotecnología							
Unidad de aprendizaje: Bioingeniería				Ciclo de formación: Básico			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: se puede cursar en los semestres 1, 2, 3 o 4			
Elaborado por: Dra. Elba Cristina Villegas Villarreal				Fecha de elaboración: 26/11/2010			
Actualizado por: Dra. Elba Cristina Villegas Villarreal				Fecha de revisión y actualización: 30/11/2021			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	4	2	6	12	Teórico	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte:							

#### PRESENTACIÓN

El curso de Bioingeniería tiene como propósito general, brindar al estudiante una visión integral sobre el panorama actual de esta ciencia en México y en el mundo. Abordando y analizando los elementos básicos de un bioproceso, su diseño, operación y escalamiento, utilizando las metodologías analíticas y sintéticas para la resolución de problemas de producción, purificación y escalamiento.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



CEIB  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

### Competencias genéricas

- 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.
- 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.

### Competencias específicas

- Generar procesos biotecnológicos que permitan lograr una producción incrementada y homogénea de compuestos bioactivos, a partir de la síntesis química, el uso de microorganismos, cultivos de tejidos vegetales o celulares; promoviendo la innovación y el desarrollo tecnológico a través de la aplicación de los conocimientos y habilidades adquiridas durante el desarrollo del proyecto de tesis.
- Estudiar los flujos metabólicos para la síntesis de metabolitos secundarios analizando las vías metabólicas y utilizando bases de datos especializadas, técnicas bioquímicas, moleculares y modelos computacionales.
- Aplicar diferentes estrategias que incrementen y homogenicen la producción de compuestos de interés implementando herramientas biotecnológicas utilizando sistemas de cultivos in vitro de tejidos vegetales y de microorganismos para su escalamiento en biorreactores.
- Investigar las vías metabólicas de síntesis de moléculas bioactivas Para incrementar su producción utilizando técnicas de biología molecular mediante la manipulación de la expresión de los genes involucrados.

### PROPÓSITOS

Dotar al estudiante con conocimientos básicos sobre procesos microbiológicos, bioquímicos, diseño y operación para la obtención de productos biotecnológicos (anticuerpos, antibióticos, fungicidas, y otras moléculas con actividades anestésicas, analgésicas, etc.) que puedan aplicarse en áreas de la biotecnología ambiental, salud, industrial y agrícola.

### COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

### CONTENIDOS



Nitro Software, Inc.  
100 Portable Document Lane  
Wonderland

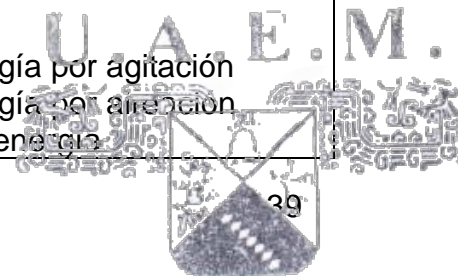
SECRETARIA  
GENERAL



## Maestría en Biotecnología



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	6.1 Modelos cinéticos 6.2 Enzimas en solución 6.3 Enzimas inmovilizadas
7. CRECIMIENTO CELULAR Y BACTERIANO	7.1 Determinación del crecimiento microbiano 7.2 Cultivo Batch 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 Air lift 8.3 Consumo de energía por agitación 8.4 Consumo de energía por aireación 8.5 Transferencia de energía
9. PROCESOS DE SEPARACIÓN	
10. ECONOMÍA DE LOS BIOPROCESOS	





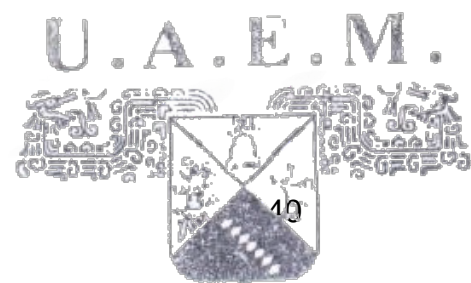
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

Bloques	Temas
	8.6 Operación de fermentadores 8.7 Escalamiento de fermentadores 8.8 Esterilización de medio de cultivo 8.9 Esterilización del aire  9.1 Procesos de separación  10.1 Economía de los bioprocesos





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



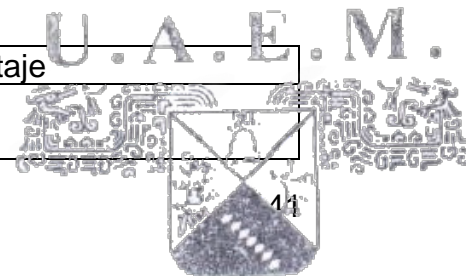
**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

<b>Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)</b>			
Aprendizaje basado en problemas	<input checked="" type="checkbox"/>	Nemotecnia	<input type="checkbox"/>
Estudios de caso	<input checked="" type="checkbox"/>	Análisis de textos	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajo colaborativo	<input checked="" type="checkbox"/>	Seminarios	<input checked="" type="checkbox"/>
Plenaria	<input checked="" type="checkbox"/>	Debate	<input checked="" type="checkbox"/>
Ensayo	<input type="checkbox"/>	Taller	<input checked="" type="checkbox"/>
Mapas conceptuales	<input checked="" type="checkbox"/>	Ponencia científica	<input checked="" type="checkbox"/>
Diseño de proyectos	<input checked="" type="checkbox"/>	Elaboración de síntesis	<input type="checkbox"/>
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"/>	Explosión oral	<input checked="" 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 type="checkbox"/>
Debate o Panel	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajos de investigación documental	<input type="checkbox"/>
Lectura comentada	<input checked="" type="checkbox"/>	Anteproyectos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminario de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>	Discusión guiada	<input checked="" type="checkbox"/>
Estudio de Casos	<input checked="" type="checkbox"/>	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	<input type="checkbox"/>
Foro	<input checked="" type="checkbox"/>	Actividad focal	<input type="checkbox"/>
Demostraciones	<input checked="" type="checkbox"/>	Analogías	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios prácticos (series de problemas)	<input checked="" type="checkbox"/>	Métodos de proyectos	<input checked="" type="checkbox"/>
Interacción con la realidad ( a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	<input type="checkbox"/>	Exploración de la web	<input type="checkbox"/>
Archivo	<input type="checkbox"/>	Portafolio de evidencias	<input type="checkbox"/>
Ambiente virtual ( foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	<input checked="" 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): Haga clic o pulse aquí para escribir texto.			

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Crterios	Porcentaje





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

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%
Total	100%

### 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 utilizan 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 BIBLIOGRÁFICAS

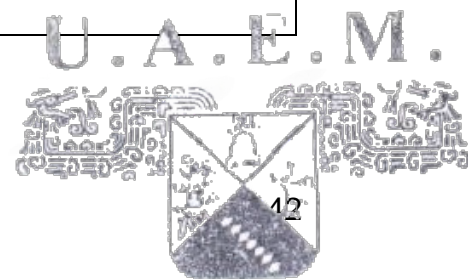
#### **Básicas:**

- 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.

**Complementarias:** -----

**Web:**-----

**Otros:** -----



## Bioestadística

### UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad académica Centro de Investigación en Biotecnología							
Programa educativo Maestría en Biotecnología							
Unidad de aprendizaje: Bioestadística				Ciclo de formación: Básico			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: se puede cursar en los semestres 1, 2, 3 o 4			
Elaborado por: Dr. Víctor Manuel Hernández Velázquez; Dr. Antonio Castillo Gutiérrez				Fecha de elaboración: 01/11/2012			
Actualizado por: Dra. Susana Valencia Díaz, Dr. Víctor Manuel Hernández Velázquez, Dr. Alejandro Flores Palacios				Fecha de revisión y actualización: 21/11/21			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	4	2	6	12	Obligatoria	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Maestría en Biotecnología							

#### 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.

#### PROPÓSITOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

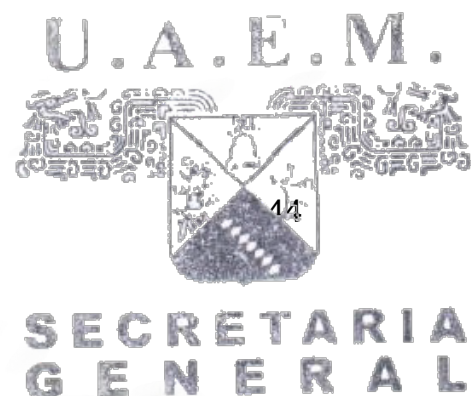
## Maestría en Biotecnología



**CEIB**

CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

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

Competencias genéricas
<p>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.</p> <p>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.</p>
Competencias específicas
<p>Aplicar conocimientos teóricos básicos y de frontera en el ámbito ambiental, agropecuario y de salud para apoyar el desarrollo de proyectos de investigación y le permita competir en el ámbito laboral con profesionistas internacionales mediante el análisis y discusión de la información adquirida, utilizando el pensamiento crítico y reflexivo.</p> <p>Analizar la información científica actual en las áreas ambiental, de salud y agropecuaria para trabajar de forma profesional, confiable e independiente examinando la información teórica y estadística existente con el empleo de plataformas de búsqueda científica y software estadístico.</p> <p>Emplear el método científico como herramienta para obtener respuestas a preguntas concretas en un proyecto de investigación, con base en la observación, el conocimiento del estado del arte, la postulación de una hipótesis y su comprobación mediante la experimentación</p> <p>Reportar la información científica generada durante su investigación a los sectores social y productivo facilitando el acceso al conocimiento a los diferentes sectores social y productivo a través de la Integración de la información obtenida y el análisis de los resultados relevantes utilizando diversas plataformas para la difusión del conocimiento universal.</p>

## CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	1.1 Variables
2. PROBABILIDAD	1.2 Escalas de medición
	1.3 Población y muestra
	1.4 Medidas de tendencia central
	1.5 Medidas de dispersión y variabilidad



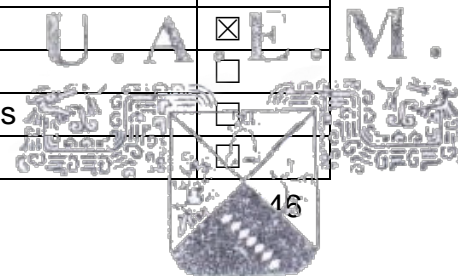
## Maestría en Biotecnología



Bloques	Temas
3. INFERENCIA SOBRE UNA Y DOS POBLACIONES (Pruebas paramétricas y no paramétricas).	2.1 Elementos de probabilidad 2.2 Distribución Binomial 2.3 Distribución Poisson 2.4 Teorema del Límite Central 2.5 Distribución Normal
4. DISEÑOS EXPERIMENTALES (pruebas paramétricas y no paramétricas).	3.1 Prueba de una muestra, intervalo de confianza. 3.2 Prueba de hipótesis de dos muestras independientes 3.3 Prueba de hipótesis de dos muestras dependientes.
5. Comparación múltiple de medias y contrastes ortogonales.	
6. ARREGLOS DE TRATAMIENTOS (Parcelas divididas y factoriales).	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
7. ASOCIACIÓN DE DOS VARIABLES	5.1 Prueba de Tukey 5.2 Prueba DMS 5.3 Contrastes ortogonales 5.4 Pruebas no paramétricas  6.1 Experimentos Factoriales 6.2 Parcelas divididas  7.1 Análisis de regresión 7.2 Análisis de correlación

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas	<input checked="" type="checkbox"/>	Nemotecnia	<input type="checkbox"/>
Estudios de caso	<input checked="" type="checkbox"/>	Análisis de textos	<input type="checkbox"/>
Trabajo colaborativo	<input type="checkbox"/>	Seminarios	<input type="checkbox"/>
Plenaria	<input type="checkbox"/>	Debate	<input type="checkbox"/>
Ensayo	<input type="checkbox"/>	Taller	<input checked="" type="checkbox"/>
Mapas conceptuales	<input checked="" type="checkbox"/>	Ponencia científica	<input type="checkbox"/>
Diseño de proyectos	<input checked="" type="checkbox"/>	Elaboración de síntesis	<input type="checkbox"/>
Mapa mental	<input type="checkbox"/>	Monografía	<input type="checkbox"/>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

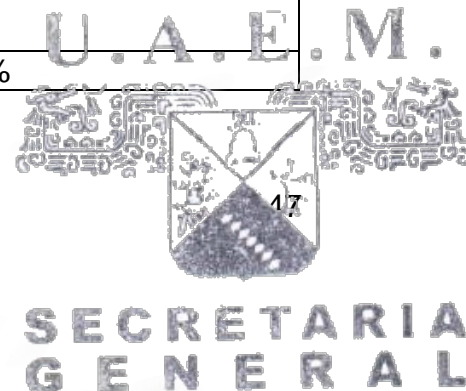
Práctica reflexiva	<input checked="" type="checkbox"/>	Reporte de lectura	<input type="checkbox"/>
Trípticos	<input type="checkbox"/>	Explosión oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Otros			
<b>Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)</b>			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	<input checked="" type="checkbox"/>	Experimentación (prácticas)	<input checked="" type="checkbox"/>
Debate o Panel	<input type="checkbox"/>	Trabajos de investigación documental	<input type="checkbox"/>
Lectura comentada	<input type="checkbox"/>	Anteproyectos de investigación	<input type="checkbox"/>
Seminario de investigación	<input type="checkbox"/>	Discusión guiada	<input checked="" type="checkbox"/>
Estudio de Casos	<input checked="" type="checkbox"/>	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	<input checked="" type="checkbox"/>
Foro	<input type="checkbox"/>	Actividad focal	<input checked="" type="checkbox"/>
Demostraciones	<input type="checkbox"/>	Analogías	<input type="checkbox"/>
Ejercicios prácticos (series de problemas)	<input checked="" type="checkbox"/>	Métodos de proyectos	<input checked="" type="checkbox"/>
Interacción con la realidad (a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	<input type="checkbox"/>	Exploración de la web	<input 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): Haga clic o pulse aquí para escribir texto.			

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Crterios	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
Total	100%

### PERFIL DEL PROFESOR

Nitro Software, Inc.  
100 Portable Document Lane  
Wonderland



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 BIBLIOGRÁFICAS

#### **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. Rolhf. 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>

#### **Otros:**

## Biología Molecular

### UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad académica Centro de Investigación en Biotecnología							
Programa educativo Maestría en Biotecnología							
Unidad de aprendizaje: <b>Biología Molecular</b>				Ciclo de formación: Básico			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: se puede cursar en semestre 1, 2, 3 o 4			
Elaborado por: Dr. Ramón Suárez Rodríguez, Dr. Edgar Dantán González, Dr. Jorge Luis Folch Mallol, Dr. Fernando Martínez Morales				Fecha de elaboración: 01/11/2012			
Actualizado por: Dr. Ramón Suárez Rodríguez, Dr. José Augusto Ramírez Trujillo, Dr. Edgar Dantán González, Dr. Jorge Luis Folch Mallol, Dr. Fernando Martínez Morales, Dra. María del Rayo Sánchez Carbente, Dra. Verónica Obregón Barbosa				Fecha de revisión y actualización: 19/11/2021			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	6	0	6	12	Obligatorio	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Maestría en Biotecnología							

#### 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.

#### PROPÓSITOS

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

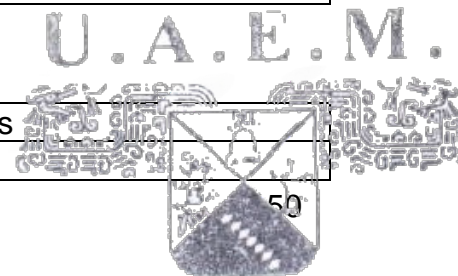
el estudiantado podrá entender y proponer protocolos científicos en Biología Molecular y cómo estos impactan a la sociedad en general y a su entorno inmediato.

## COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias genéricas
<p>Aplicar conocimientos teóricos básicos y de frontera en el ámbito ambiental, agropecuario y de salud para apoyar el desarrollo de proyectos de investigación y le permita competir en el ámbito laboral con profesionistas internacionales mediante el análisis y discusión de la información adquirida, utilizando el pensamiento crítico y reflexivo.</p> <p>Transmitir conocimientos para la formación de recursos humanos en el área biotecnológica en diferentes niveles a través de la participación en labores de docencia con el empleo de las habilidades orales y escritas adquiridas.</p>
Competencias específicas
<p>Estudiar los flujos metabólicos para la síntesis de metabolitos secundarios analizando las vías metabólicas y utilizando bases de datos especializadas, técnicas bioquímicas, moleculares y modelos computacionales.</p> <p>Investigar las vías metabólicas de síntesis de moléculas bioactivas para incrementar su producción utilizando técnicas de biología molecular mediante la manipulación de la expresión de los genes involucrados.</p> <p>Identificar proteínas y genes presentes en los organismos vivos implicados en la respuesta al estrés químico-biológico, a la biodegradación y a la biotransformación de compuestos xenobióticos para su uso en la biorremediación de ambientes contaminados, mediante el uso de las nuevas tecnologías ómicas; utilizando el análisis bioinformático y bases de datos especializadas, así como técnicas moleculares y bioquímicas.</p> <p>Diseñar bioprocesos eficientes para la producción sustentable de biocombustibles, precursores químicos y fármacos, mediante el uso de organismos vivos y recursos renovables, utilizando las técnicas bioquímicas y moleculares pertinentes.</p> <p>Desarrollar sistemas de producción heteróloga para la expresión de las enzimas de interés biotecnológico, utilizando diferentes modelos de organismos que implica su elaboración mediante ingeniería genética.</p> <p>Seleccionar microorganismos y sus genes, con capacidades promotoras del crecimiento vegetal para mejorar la productividad de cultivos de importancia agrícola por medio de experimentos biodirigidos, utilizando herramientas moleculares y morfológicas.</p> <p>Desarrollar estrategias innovadoras para mejorar la tolerancia de las plantas al estrés biótico y abiótico, por medio de la modificación genética con el uso de técnicas moleculares.</p> <p>Conocer los mecanismos moleculares de los organismos a sus entornos naturales, para la comprensión de sus respuestas moleculares y genéticas, por medio de la genómica estructural y funcional utilizando técnicas de secuenciación masiva y manejo de minería de datos.</p>

## CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. PRINCIPIOS BÁSICOS	1.1 Leyes de Mendel

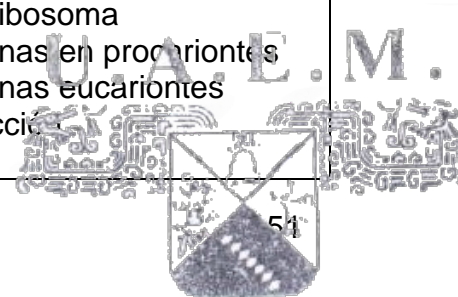




## Maestría en Biotecnología



Bloques	Temas
2. ESTRUCTURA DEL GENOMA	1.2 Descubrimiento del ADN y principio transformante
3. REPLICACIÓN Y REPARACIÓN DEL ADN	1.3 Experimentos de Avery, MacLeod y McCarty
4. TRANSCRIPCIÓN DEL ADN	1.4 La doble hélice y estructuras A y Z
5. EL CÓDIGO GENÉTICO Y LA SÍNTESIS DE PROTEÍNAS	1.5 Conjugación y transducción
6. REGULACIÓN DE LA EXPRESIÓN GÉNICA	1.6 Diversidad de los genomas
7. VÍAS DE TRANSDUCCIÓN DE SEÑALES	1.7 El Dogma Central de la Biología Molecular
8. TÉCNICAS DE ADN RECOMBINANTE	2.1 El cromosoma procarionte
9. DINÁMICA DEL GENOMA	2.2 Familias de genes y secuencias repetidas
10. EVOLUCIÓN MOLECULAR	2.3 Exones e intrones
11. BIOLOGÍA GENÓMICA	2.4 Nucleosoma y modificaciones de las histonas
	2.5 Eucromatina y heterocromatina
	3.1 Replicación semiconservativa
	3.2 Replicación en procariontes
	3.3 ADN polimerasas y orígenes de replicación
	3.4 Otras proteínas necesarias para la replicación
	3.5 Replicación en células eucariontes
	3.6 Centrómeros y telómeros
	3.7 Conjugación y transducción
	3.8 Reparación por recombinación
	3.9 Sistema SOS y foto reparación
	4.1 La ARN polimerasa y el promotor en procariontes
	4.2 Inicio, elongación y terminación de la síntesis del ARN
	4.3 La ARN polimerasas eucariontes I, II y III.
	4.4 Los promotores eucariontes y los factores de transcripción basales
	4.5 Procesamiento y estabilidad del ARNm
	4.6 Intrones tipo I y II
	4.7 Ribozimas e intrones codificantes
	5.1 El Código Genético
	5.2 Los ARN de transferencia y las aminoacil ARNt sintetetasas
	5.3 El ARN ribosomal y el ribosoma
	5.4 La biosíntesis de proteínas en procariontes
	5.5 La biosíntesis de proteínas eucariontes
	5.6 Regulación de la traducción
	5.7 El proteosoma

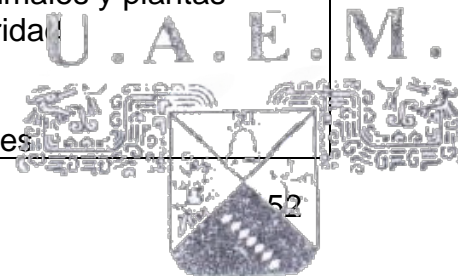




# Maestría en Biotecnología



Bloques	Temas
	<p>5.8 Modificaciones postraduccionales de las proteínas</p> <p>5.9 Ruta secretora de las proteínas</p> <p>5.10 Localización intracelular de las proteínas</p> <p>6.1 El operón lac y su mecanismo de regulación</p> <p>6.2 Los operones trp y ara</p> <p>6.3 Sistema de represión catabólica y estricta</p> <p>6.4 Ciclo lítico y lisogénico en el bacteriófago lambda</p> <p>6.5 Elementos cis de respuesta a estímulos</p> <p>6.6 Tipos de factores de transcripción</p> <p>6.7 Los homeodominios y la diferenciación</p> <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> <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> <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> <p>9.1 Transposones</p> <p>9.2 Retrovirus y retroposones</p>

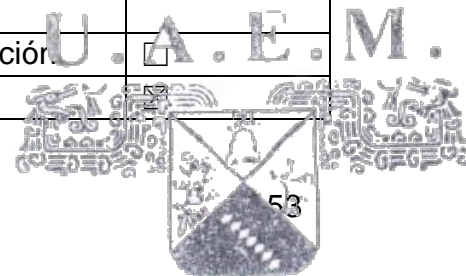




Bloques	Temas
	9.3 Rearreglos de los genes del sistema inmune 9.4 Sistema de apareamiento de levadura 9.5 Variabilidad antigénica  10.1 Selección natural 10.2 El reloj molecular 10.3 Neutralismo 10.4 Filogenia molecular 10.5 Biodiversidad y marcadores moleculares  11.1 Secuenciación del Genoma Humano 11.2 Bioinformática 11.3 Secuenciación de otros genomas 11.4 Análisis del transcriptoma 11.5 El proteoma 11.6 Biología metabólica

## ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

<b>Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)</b>			
Aprendizaje basado en problemas	<input checked="" type="checkbox"/>	Nemotecnia	<input type="checkbox"/>
Estudios de caso	<input checked="" type="checkbox"/>	Análisis de textos	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajo colaborativo	<input checked="" type="checkbox"/>	Seminarios	<input type="checkbox"/>
Plenaria	<input type="checkbox"/>	Debate	<input checked="" type="checkbox"/>
Ensayo	<input checked="" type="checkbox"/>	Taller	<input type="checkbox"/>
Mapas conceptuales	<input checked="" type="checkbox"/>	Ponencia científica	<input type="checkbox"/>
Diseño de proyectos	<input checked="" type="checkbox"/>	Elaboración de síntesis	<input type="checkbox"/>
Mapa mental	<input checked="" type="checkbox"/>	Monografía	<input type="checkbox"/>
Práctica reflexiva	<input checked="" type="checkbox"/>	Reporte de lectura	<input type="checkbox"/>
Trípticos	<input type="checkbox"/>	Explosión oral	<input checked="" 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 type="checkbox"/>
Debate o Panel	<input type="checkbox"/>	Trabajos de investigación documental	<input type="checkbox"/>
Lectura comentada	<input checked="" type="checkbox"/>	Anteproyectos de investigación	<input type="checkbox"/>
Seminario de investigación	<input type="checkbox"/>	Discusión guiada	<input type="checkbox"/>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
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 type="checkbox"/>	Métodos de proyectos	<input type="checkbox"/>
Interacción con la realidad ( a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	<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
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
Total	100%

### 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 BIBLIOGRÁFICAS

Nitro Software, Inc.  
100 Portable Document Lane  
Wonderland



**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.

**Complementarias:**

**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/>

**Otros:** -----  
-----

## Bioquímica

### UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad académica Centro de Investigación en Biotecnología							
Programa educativo Maestría en Biotecnología							
Unidad de aprendizaje: <b>Bioquímica</b>				Ciclo de formación: Básico			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: esta materia se puede cursar en los semestres 1, 2, 3 o 4			
Elaborado por: Dra. Ma. del Carmen Gutiérrez Villafuerte				Fecha de elaboración: noviembre de 2012			
Actualizado por: Dra. Ma. del Carmen Gutiérrez Villafuerte				Fecha de revisión y actualización: noviembre 2021			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	6	0	6	12	Básica	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Maestría en Biotecnología							

#### 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



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

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

#### Competencias genéricas

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.

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.

#### Competencias específicas

Investigar metabolitos secundarios bioactivos para identificar su naturaleza química aplicando procedimientos de análisis fitoquímicos y metabolómicos por medio de técnicas analíticas y de estadística multivariada.

Estudiar los flujos metabólicos para la síntesis de metabolitos secundarios analizando las vías metabólicas y utilizando bases de datos especializadas, técnicas bioquímicas, moleculares y modelos computacionales.

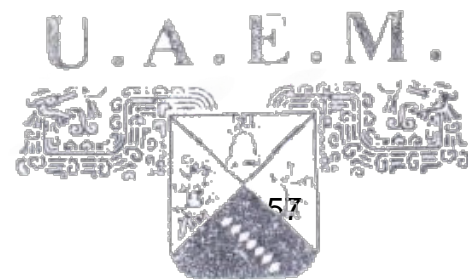
Caracterizar Los compuestos bioactivos para la prevención o tratamiento de enfermedades de interés con el uso efectivo de metodologías de investigación multi e interdisciplinarias seleccionando estrategias y herramientas químicas, bioquímicas y/o moleculares.

Identificar proteínas y genes presentes en los organismos vivos implicados en la respuesta al estrés químico-biológico, a la biodegradación y a la biotransformación de compuestos xenobióticos para su uso en la biorremediación de ambientes contaminados, mediante el uso de las nuevas tecnologías ómicas; utilizando el análisis bioinformático y bases de datos especializadas, así como técnicas moleculares y bioquímicas.

Desarrollar sistemas de producción heteróloga para la expresión de las enzimas de interés biotecnológico, utilizando diferentes modelos de organismos que implica su elaboración mediante ingeniería genética.

Diseñar bioprocesos eficientes para la producción sustentable de biocombustibles, precursores químicos y fármacos, mediante el uso de organismos vivos y recursos renovables, utilizando las técnicas bioquímicas y moleculares pertinentes.

### CONTENIDOS

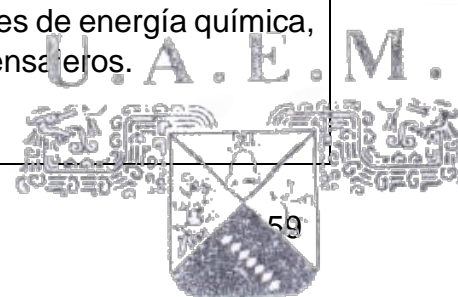


Nitro Software, Inc.  
100 Portable Document Lane  
Wonderland

**SECRETARIA  
GENERAL**

Bloques	Temas
<p>I. CONCEPTOS BÁSICOS</p>	<p><b>1. Termodinámica en biología</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistemas aislado, cerrado y abierto</li> <li>2. Variables del sistema: Propiedades Intensivas y extensivas</li> <li>3. Termodinámica de las reacciones químicas: reacciones exotérmicas, endotérmicas, exergónicas y endergónicas</li> <li>4. Leyes de la termodinámica</li> <li>5. Funciones de estado: energía intrínseca, entalpía, entropía y energía libre de Gibbs.</li> <li>6. Termodinámica de las reacciones químicas: reacciones exotérmicas, endotérmicas, exergónicas y endergónicas</li> <li>7. Reacciones irreversibles, reversibles y de óxido-reducción</li> </ol> <p><b>2. La lógica molecular de los sistemas vivientes</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Características de los seres vivos</li> <li>2. Los seres vivos como sistemas abiertos en estado estacionario</li> <li>3. El ATP como molécula almacenadora de energía</li> </ol> <p><b>3. Organización estructural y funcional de la célula</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Organismos procariotes y eucariotes</li> <li>2. Estructura y función de los diferentes organelos</li> </ol> <p><b>4. Moléculas biológicas.</b></p> <p><b>5. Agua, electrolitos y sustancias amortiguadoras</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Propiedades químicas y físicas del agua</li> <li>2. Concepto de pH</li> </ol>

Bloques	Temas
	3. Ácidos y bases débiles 4. Soluciones amortiguadoras
II. BIOQUÍMICA BÁSICA	<b>1. Carbohidratos</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definición</li> <li>2. Funciones generales</li> <li>3. Clasificación</li> <li>4. Estereoisomería</li> <li>5. Mutarotación</li> <li>6. Derivados de los monosacáridos</li> <li>7. Oligosacáridos</li> <li>8. Disacáridos</li> <li>9. Polisacáridos</li> <li>1.10. Clasificación y funciones</li> </ol> <b>2. Lípidos</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definición</li> <li>2. Funciones principales</li> <li>3. Clasificación y características generales</li> <li>4. Ácidos grasos: clasificación y propiedades</li> <li>5. Lípidos simples: clasificación y propiedades</li> <li>6. Lípidos complejos: clasificación y propiedades</li> </ol> <b>3. Nucleótidos</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estructura básica</li> <li>2. Nomenclatura y características generales</li> <li>3. Funciones: almacenadores de energía química, cofactores, segundos mensajeros.</li> </ol> <b>4. Ácidos Nucleicos</b>



Bloques	Temas
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Características Generales</li> <li>2. DNA como almacén de la información genética (experimentos que lo demuestran)</li> <li>3. Formas estructurales del DNA: doble hélice</li> <li>4. Formas estructurales del RNA: mensajero, ribosomal y de transferencia</li> <li>5. Ribozimas</li> <li>6. Química de los ácidos nucleicos: desnaturalización, hibridación, transformaciones no enzimáticas y mutilación</li> </ol> <p><b>5. Aminoácidos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Características estructurales</li> <li>2. Estereoisómeros</li> <li>3. Formas zwitteriónicas y no iónicas</li> <li>4. Clasificaciones</li> <li>5. Ley de Lambert-Beer (determinaciones basadas en aminoácidos)</li> <li>6. Aminoácidos como bases y ácidos</li> <li>7. Determinación del punto isoelectrico</li> <li>8. Separación por cromatografía</li> <li>9. Reacciones características de aminoácidos</li> </ol> <p><b>6. Proteínas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estructura jerárquica de proteínas</li> <li>2. Constituyentes</li> <li>3. Enlaces peptídicos</li> <li>4. Niveles de estructuración</li> <li>5. Representaciones gráficas</li> <li>6. Estructura secundaria</li> </ol>



Bloques	Temas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>7. Estructura supersecundaria (motifs)</li> <li>8. Estructura terciaria: dominios estructurales y funcionales</li> <li>9. Estructura cuaternaria</li> <li>6.10. Relaciones funcionales y evolutivas</li> <li><b>7. Plegamiento y modificación de las proteínas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Información para plegamiento</li> <li>2. Chaperonas</li> <li>3. Modificaciones químicas</li> <li>4. Degradación de proteínas</li> <li>5. Anomalías en el plegamiento</li> </ul> </li> <li><b>8. Métodos de purificación y caracterización de proteínas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Centrifugación</li> <li>2. Extracción</li> <li>3. Electroforesis</li> <li>4. Radioinmunoensayos</li> <li>5. Espectrometría de masas</li> </ul> </li> </ul>
<p>III. BIOQUÍMICA CELULAR</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>1. Catálisis enzimática</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Enzimas. Definición</li> <li>2. Poder catalítico</li> <li>3. Especificidad</li> <li>4. Mecanismos de catálisis</li> <li>5. Cinética enzimática</li> <li>6. Ecuación Michaelis y Menter</li> <li>7. Determinación de constantes cinéticas</li> <li>8. Tipos de inhibición</li> </ul> </li> </ul>

Bloques	Temas
	<p>9. Cinética de desactivación</p> <p>1.10. Efecto de pH y temperatura</p> <p>1.11. Enzimas alostéricas</p> <p>1.12. Regulación enzimática</p> <p><b>2. Transporte</b></p> <p>1. Membrana celular y mecanismos de transporte</p> <p>2. Membrana celular: características químicas y físicas</p> <p>3. Termodinámica del transporte</p> <p>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. Catabolismo y Anabolismo</p> <p>2. Coordinación y dirección de la actividad celular</p> <p>3. Como ocurre el metabolismo</p> <p>4. Definición de catabolismo y anabolismo</p> <p>5. Metabolismo celular lineal, ramificado y cíclico</p> <p>6. Variedad en sistemas enzimáticos que definen rutas catabólicas o anabólicas</p> <p>7. Organismos autótrofos y heterótrofos</p> <p><b>2. Degradación de la glucosa</b></p> <p>1. Conversión de glucosa a piruvato</p> <p>2. Estrategia de glicólisis</p> <p>3. Relación con otros caminos metabólicos</p> <p>4. Balance de energía</p> <p>5. Regulación</p> <p><b>3. Producción de piruvato y acetyl CoA</b></p>

Bloques	Temas
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Complejo de piruvato-deshidrogenasa</li> <li>2. Coenzimas involucradas en la oxidación de piruvato</li> <li><b>4. Ciclo de Krebs</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fases del ciclo</li> <li>2. Estequiometría y energética</li> <li>3. Regulación de piruvato deshidrogenasa y ciclo de Krebs</li> <li>4. Secuencias anapleróticas</li> </ol> </li> <li><b>5. Transporte de electrones y fosforilación oxidativa</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La cadena respiratoria mitocondrial</li> <li>2. Cambios de energía durante el flujo de electrones</li> <li>3. Síntesis de ATP en mitocondrias. Fosforilación oxidativa</li> <li>4. Mecanismos de síntesis de ATP. Hipótesis quimiosmótica</li> <li>5. La ATP sintasa</li> </ol> </li> <li><b>6. Vía de las pentosas</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Etapa oxidativa: regeneración de NADPH; conversión de glucosa 6-fosfato en ribulosa 5-fosfato</li> <li>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</li> </ol> </li> <li><b>7. Gluconeogénesis</b></li> </ol>

Bloques	Temas
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reacciones enzimáticas características (puntos de control)</li> <li>2. Comparación con las reacciones de la glucólisis y regulación</li> <li>3. El ciclo de Cori</li> </ol> <p><b>8. Metabolismo del glucógeno</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Movilización del glucógeno para producir glucosa</li> <li>2. Enzimas involucradas en la degradación del glucógeno</li> <li>3. Escisión fosforolítica del glucógeno</li> <li>4. Regulación de las fosforilasas en el músculo e hígado</li> <li>5. Regulación de la síntesis del glucógeno por el glucógeno sintasa</li> <li>6. Papel de la UDP-glucosa</li> <li>7. Regulación recíproca de la degradación y síntesis del glicógeno</li> </ol> <p><b>9. Metabolismo de aminoácidos y ciclo de la urea</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rutas metabólicas de grupos de aminoácidos</li> <li>2. Transporte de aminoácidos</li> <li>3. Excreción de nitrógeno y ciclo de la urea</li> <li>4. Degradación de aminoácidos</li> </ol> <p><b>10. Metabolismo del colesterol</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Compuestos lipídicos de membranas biológicas</li> <li>2. Ruta mevalónica para la síntesis del colesterol</li> <li>3. Regulación de la síntesis del colesterol</li> <li>4. Propiedades de las lipoproteínas plasmáticas</li> </ol>

Bloques	Temas
	5. Hipercolesterolemia y aterosclerosis (estatinas) 6. Derivados importantes del colesterol (sales biliares, hormonas, vitamina D) 7. Degradación y biosíntesis de los ácidos grasos <b>11. Degradación y biosíntesis de Ácidos grasos</b> 1. Importancia fisiológica de los ácidos grasos 2. Etapas de la degradación y síntesis de los ácidos grasos 3. Movilización de los triacilgliceroles para su utilización como combustibles 4. Vía de la 13-oxidación 5. Oxidación de los ácidos grasos en los peroxisomas 6. Formación de los cuerpos cetónicos 7. Acción del ácido graso sintetasa 8. Mecanismos de control del metabolismo de los ácidos grasos
V. INTEGRACIÓN METABÓLICA	<b>1. Integración metabólica</b> 1. Metabolismo en tejidos: hígado, adipositos, músculo y cerebro 2. Regulación hormonal del metabolismo <b>2. Señalización</b> 1. Interacción ligando-receptor 2. Transducción de señales

## ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con <input type="checkbox"/> )			
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"/>



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología

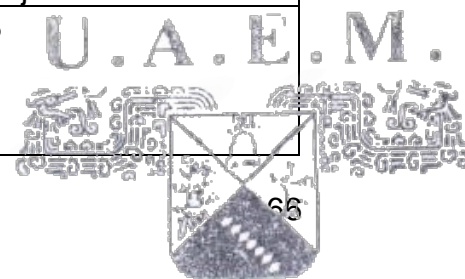


**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

<b>Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)</b>			
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"/>	Explosión oral	<input checked="" 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 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"/>	Métodos de proyectos	<input type="checkbox"/>
Interacción con la realidad ( a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	<input checked="" 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

<b>Criterios</b>	<b>Porcentaje</b>
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%
Total	100%

### 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 BIBLIOGRÁFICAS

#### 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.; van Holde, K.E. Spenser J. A (2012) Biochemistry. 4th edition. San Francisco. Addison Wesley.
- Morris J.G. (1976). Fisicoquímica para Biólogos. Barcelona, Editorial Reverté S.A.
- Nelson, D.L., Cox, M.M. (2018) Lehninger: Principles of Biochemistry. 7ª edition. New York, Worth Edición.
- Stryer, L., Berg, J.M., Tymoczko, T. (2019). Bioquímica clínica. 9ª. 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/>



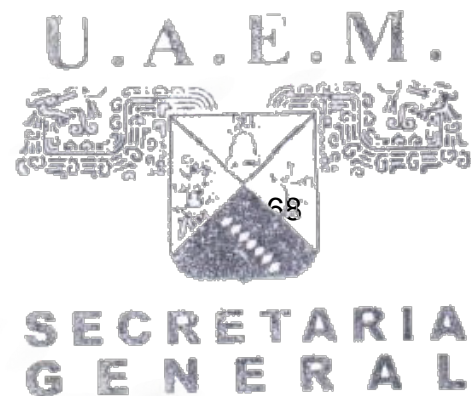
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

# Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

Otros: -----  
-----



Nitro Software, Inc.  
100 Portable Document Lane  
Wonderland



## Tópicos selectos

### Control Microbiano

#### UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad académica: Centro de Investigación en Biotecnología							
Programa educativo: Maestría en Biotecnología							
Unidad de aprendizaje: <b>Control Microbiano</b>				Ciclo de formación: Especializado			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: se puede cursar en los semestres 1, 2, 3 o 4			
Elaborado por: Dr. Guadalupe Peña Chora				Fecha de elaboración: septiembre 2016			
Actualizado por: Dr. Guadalupe Peña Chora				Fecha de revisión y actualización: septiembre 2021			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	4	0	54	6	Teórico	Posgrado	Presencia
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: 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 estas 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 las dosis, y los costos de producción. Una alternativa es el Control Microbiano que es el uso de los enemigos naturales (hongos, bacterias, virus y nematodos, principalmente) para regular las poblaciones de las plagas. El Control

Microbiano 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 estudiantado:

- 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

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.

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.

El estudiantado 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.

### Competencias específicas

Caracterizar organismos y virus con actividad plaguicida potencial para la implementación de estrategias de control de plagas agropecuarias a través de bioensayos asociados a técnicas de patología de insectos y moleculares, utilizando cepas nativas de organismos y virus entomopatógenos.

Identificar compuestos bioactivos para la formulación de biopesticidas y biofertilizantes a través de experimentos biodirigidos, utilizando cepas nativas de microorganismos, virus y extractos vegetales.

Desarrollar estrategias de control biológico, para disminuir la población de plagas agrícolas y pecuarias, diseñando experimentos en laboratorio, invernadero y campo con base en el conocimiento de las interacciones bióticas.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

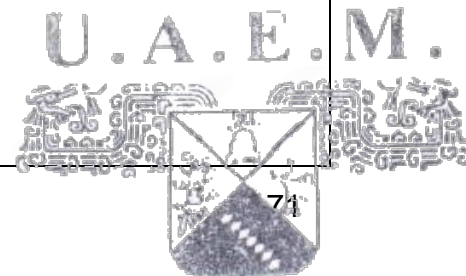
## CONTENIDOS

# Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

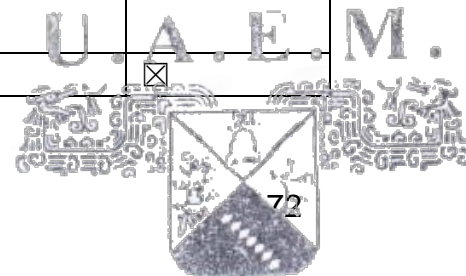
Bloques	Temas
<b>1. HISTORIA DEL CONTROL MICROBIANO</b>	1.1 Alcances del Control Microbiano 1.2 Desarrollo histórico 1.3 Concepto de plaga
<b>2. ESTRATEGIAS DEL CONTROL MICROBIANO</b>	2.1 Control natural 2.2 Control Microbiano clásico 2.3 Control por conservación 2.4 Control por incremento
<b>3. PRINCIPIOS BÁSICOS DE PATOLOGÍA DE INSECTOS</b>	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
<b>4. VIRUS</b>	4.1 Introducción 4.2 Clasificación 4.3 Biología 4.4 Ecología 4.5 Uso como agentes de control
<b>5. BACTERIAS</b>	5.1 Introducción 5.2 Clasificación 5.3 Biología 5.4 Ecología 5.5 Uso como agentes de control
<b>6. PROTISTAS</b>	6.1 Introducción 6.2 Clasificación 6.3 Biología 6.4 Ecología 6.5 Uso como agentes de control
<b>7. HONGOS</b>	7.1 Introducción 7.2 Clasificación 7.3 Biología 7.4 Ecología 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

<b>Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)</b>			
Aprendizaje basado en problemas	<input checked="" type="checkbox"/>	Nemotecnia	<input type="checkbox"/>
Estudios de caso	<input checked="" type="checkbox"/>	Análisis de textos	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajo colaborativo	<input checked="" type="checkbox"/>	Seminarios	<input checked="" 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 checked="" 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"/>	Explosión oral	<input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/>	Anteproyectos de investigación	<input type="checkbox"/>
Seminario de investigación	<input checked="" 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 type="checkbox"/>	Métodos de proyectos	<input type="checkbox"/>
Interacción con la realidad (a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	<input checked="" type="checkbox"/>	Exploración de la web	<input checked="" type="checkbox"/>
Archivo	<input type="checkbox"/>	Portafolio de evidencias	<input checked="" type="checkbox"/>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

Ambiente virtual ( foros, chat, correos, ligas a otros sitios web, otros)	<input checked="" 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
Tres exámenes teóricos	60%
Entrega de los informes de las Prácticas	20%
Examen final práctico	20%
Total	100%

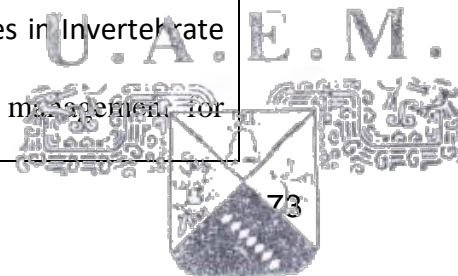
### PERFIL DEL PROFESOR

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

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

#### 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 (Esditores). 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.
- Parvatha Reddy, P. 2017. Agro-ecological approaches to pest management for sustainable agricultura. Springer. 339 pp.



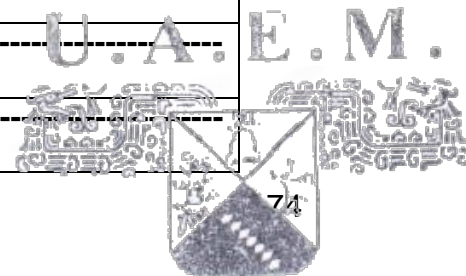
9. Poveda-Arias, J. 2018. Control biológico de plagas y enfermedades de los cultivos: El uso de los recursos biológicos en la sanidad vegetal agrícola. Editorial académica española.
10. Poinar Jr., G. O. y Thomas, G. M. 1984. Laboratory Guide to Insect Pathogens and Parasites. 379 p
11. Rodríguez del Bosque, L. A. y H. C. Arredondo-Bernal (Eds.). 2007. Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303.
12. Robertson, J. L., R. M. Russell, H. K. Preisler y N. E. Savin. 2007. Bioassays with Arthropods. 2a. Ed. CRC Press. 199p.
13. Soberon, M., Gao, Y. y Bravo, A. (Eds.) 2015. Bt Resistance: Characterization and strategies for GM crops expressing Bacillus thuringiensis toxins (CABI Biotechnology Series).
14. Tanada, Y. y Kaya, H. K. 1993. Insect pathology. Academic Press. 666 p.
15. Ann Hajek. 2004. Natural enemies. An introduction to biological control. Cambridge University Press. 378 p.
16. Toledo, Jorge y Francisco Infante (eds.). 2008. Manejo Integrado de Plagas. Ed. Trillas, México.
17. Van Driesche R. G. y M. S. Hoddle y T. D. Center. 2007. Control de Plagas y Malezas por Enemigos Naturales. USDA. 751 p.
18. 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

**Web:**-----  
 -----

**Otros:** -----  
 -----

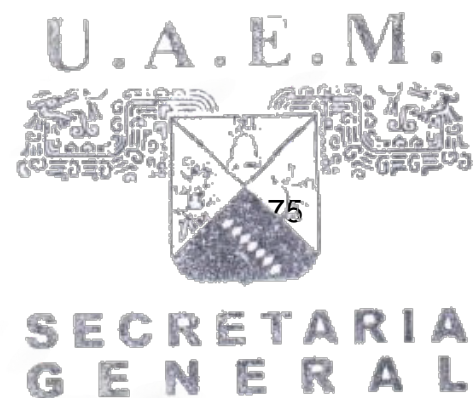




# Maestría en Biotecnología



Nitro Software, Inc.  
100 Portable Document Lane  
Wonderland



## Ecología química de plantas

### UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad académica: Centro de Investigación en Biotecnología							
Programa educativo: Maestría en Biotecnología							
Unidad de aprendizaje: <b>Ecología química de plantas</b>				Ciclo de formación: Especializado			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: se puede cursar en los semestres 1, 2, 3 y 4			
Elaborado por: Dra. Susana Valencia Díaz				Fecha de elaboración: julio 2016			
Actualizado por: Dra. Susana Valencia Díaz				Fecha de revisión y actualización: septiembre 2021			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	4	0	4	6	Teórico	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: 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.





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



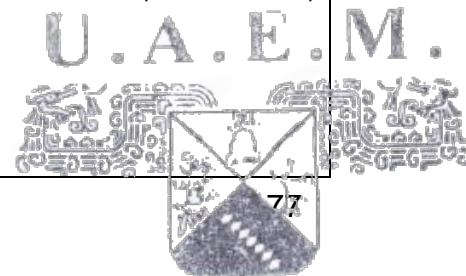
**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

### COMPETENCIAS QUE CONTRIBUYEN AL PERFIL DE EGRESO

Competencias genéricas
<p>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.</p> <p>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.</p>
Competencias específicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar compuestos bioactivos para la formulación de biopesticidas y biofertilizantes, a través de experimentos biodirigidos utilizando cepas nativas de microorganismos, virus y extractos vegetales.</li> <li>• Evaluar los factores que afectan la germinación, viabilidad y longevidad de semillas de plantas útiles, para generar protocolos de almacenaje y manejo de bancos, a través de experimentos de germinación bajo diferentes tratamientos, con técnicas experimentales en condiciones controladas.</li> </ul> <p>Conocer los mecanismos alelopáticos y de defensa de las plantas para incrementar la productividad de cultivos a través de experimentos de alelopatía y olfatometría, con base en el conocimiento de las interacciones bióticas de las plantas.</p>

### CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. ELEMENTOS BÁSICOS DEL METABOLISMO SECUNDARIO	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).
2. DEFENSA VEGETAL	



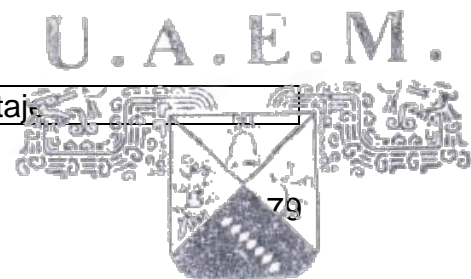
Bloques	Temas
<p><b>3. INTERACCIONES QUÍMICAS DE LAS PLANTAS CON OTROS ORGANISMOS</b></p> <p><b>4. Aplicaciones de la alelopatía en la agrobiotecnología</b></p>	<p>2.1 Defensas constitutivas</p> <p>2.2 Defensas inducidas</p> <p>2.3 Defensas directas</p> <p>2.4 Defensas indirectas</p> <p>2.5 Teoría de la defensa vegetal.</p> <p>3.1 Interacciones planta-insecto mediadas químicamente (estudios de caso).</p> <p>3.2 Interacciones planta-planta mediadas químicamente (alelopatía).</p> <p>3.3 Mecanismos alelopáticos en la dinámica poblacional de plantas invasoras.</p> <p>3.4 La diversidad de plantas en función de la diversidad de alelopáticos.</p> <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

<b>Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)</b>			
Aprendizaje basado en problemas	<input type="checkbox"/>	Nemotecnia	<input type="checkbox"/>
Estudios de caso	<input checked="" type="checkbox"/>	Análisis de textos	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajo colaborativo	<input type="checkbox"/>	Seminarios	<input type="checkbox"/>
Plenaria	<input 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 checked="" 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 checked="" type="checkbox"/>
Trípticos	<input type="checkbox"/>	Explosión oral	<input checked="" 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 type="checkbox"/>
Debate o Panel	<input type="checkbox"/>	Trabajos de investigación documental	<input type="checkbox"/>
Lectura comentada	<input checked="" type="checkbox"/>	Anteproyectos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminario de investigación	<input type="checkbox"/>	Discusión guiada	<input checked="" type="checkbox"/>
Estudio de Casos	<input checked="" type="checkbox"/>	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	<input checked="" 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 type="checkbox"/>	Métodos de proyectos	<input type="checkbox"/>
Interacción con la realidad ( a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	<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
-----------	------------





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

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%
Total	100%

### 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 BIBLIOGRÁFICAS

#### Básicas:

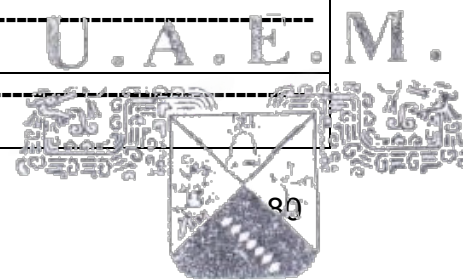
- A. L. 2007. Allelopathy as a tool in the management of biotic resources in agroecosystems. *Critical Reviews in Plant Sciences* 18: 697-739.
1. Anaya A. L., Espinosa-García F. y Cruz-Ortega R. 2001. Relaciones químicas entre organismos: aspectos básicos y perspectivas de su aplicación. Plaza y Valdez.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

#### Complementarias: -----

-----

#### Web:-----

-----





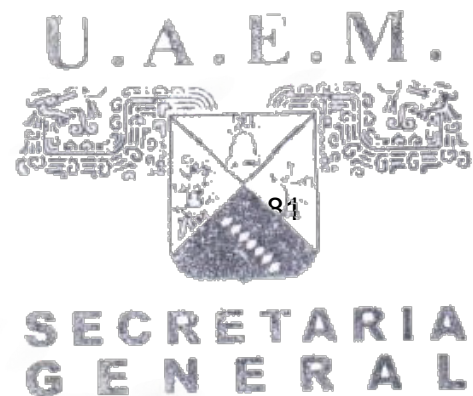
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

# Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

Otros: -----  
-----



## Biología y Toxicología Ambiental

### UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad académica: Centro de Investigación en Biotecnología							
Programa educativo: Maestría en Biotecnología							
Unidad de aprendizaje: <b>Biología y toxicología Ambiental</b>				Ciclo de formación: Especializado			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: se puede cursar en los semestres 1, 2, 3 o 4			
Elaborado por: Dra. María del Refugio Trejo Hernández				Fecha de elaboración: octubre 2016			
Actualizado por: Dra. María del Refugio Trejo Hernández				Fecha de revisión y actualización: noviembre 2021			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	4	NA	54	6	Teórico	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Maestría en Biotecnología							

#### 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
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



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



CEIB  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

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.

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.

El estudiantado 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.

### Competencias específicas

- Conocer los sistemas vivos, sus modelos y productos, para la restauración de sitios contaminados con xenobióticos mediante el diseño de bioprocesos eficientes y sustentables utilizando las estrategias biotecnológicas adquiridas en su proceso formativo.
- Identificar proteínas y genes presentes en los organismos vivos implicados en la respuesta al estrés químico-biológico, a la biodegradación y a la biotransformación de compuestos xenobióticos para su uso en la biorremediación de ambientes contaminados, mediante el uso de las nuevas tecnologías ómicas; utilizando el análisis bioinformático y bases de datos especializadas, así como técnicas moleculares y bioquímicas.
- Relacionar el conocimiento de los efectos tóxicos de compuestos xenobióticos o de los productos de su degradación para determinar y analizar el impacto ambiental y en la salud pública; así como la prevención y mitigación de los daños ecológicos a través de la respuesta biológica a la toxicidad de los xenobióticos; utilizando organismos bioindicadores y/o biomarcadores.
- Identificar especies bioindicadoras para llevar a cabo estudios de biomonitoreo ambiental, mediante estudios de reconocimiento *in situ* con el uso de parámetros biológicos y ecológicos de las especies.
- Diseñar bioprocesos eficientes para la producción sustentable de biocombustibles, precursores químicos y fármacos, mediante el uso de organismos vivos y recursos renovables, utilizando las técnicas bioquímicas y moleculares pertinentes.
- Desarrollar nuevos biomarcadores para ser utilizados en el análisis de la salud ambiental de sitios contaminados por xenobióticos, analizando los cambios posteriores en los organismos expuestos al xenobiótico, a través del uso de técnicas químicas, moleculares, bioquímicas y genéticas, entre otras.

### CONTENIDOS

Nitro Software, Inc.  
100 Portable Document Lane  
Wonderland



SECRETARIA  
GENERAL



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología

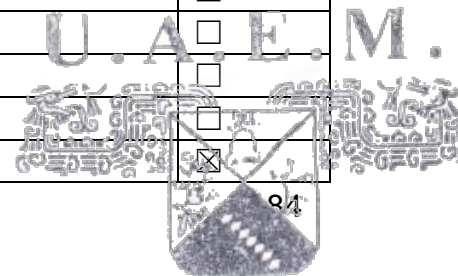


**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

Bloques	Temas
1. Ciclos biogeoquímicos	Características ecofisiológicas microbianas Interacciones biológicas
2. Biodeterioro de materiales	Procesos de biodegradación, transformación y mineralización
3. Biorremediación de la contaminación por compuestos xenobióticos	Tratamientos biológicos, fisicoquímicos y o acoplados de compuestos orgánicos e inorgánicos
4. Depuración de aguas residuales.	Tipo de tratamientos primarios, secundarios y terciarios
5. Residuos sólidos	Tratamientos y valorización de residuos Productos de las biorrefinerías
6. Sistemas microbianos para la detección y evaluación de la contaminación.	Biomarcadores Bioindicadores
7. Biotecnología ambiental y desarrollo sostenible	Productos biotecnológicos: bioplásticos, fertilizantes e insecticidas de origen microbiano, Biosurfactantes, etc.
8. Obtención y aplicación de microorganismos modificados genéticamente a problemas ambientales	Regulación y restricciones en su aplicación
9. Toxicidad de compuestos xenobióticos	Aspectos toxicológicos de las diferentes tipos de xenobióticos
10. Ecotoxicología	Aspectos de ecotoxicología Biomarcadores ecológicos

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)				
Aprendizaje basado en problemas	<input checked="" type="checkbox"/>	Nemotecnia	<input type="checkbox"/>	
Estudios de caso	<input checked="" type="checkbox"/>	Análisis de textos	<input checked="" type="checkbox"/>	
Trabajo colaborativo	<input checked="" type="checkbox"/>	Seminarios	<input checked="" type="checkbox"/>	
Plenaria	<input checked="" type="checkbox"/>	Debate	<input checked="" type="checkbox"/>	
Ensayo	<input checked="" type="checkbox"/>	Taller	<input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/>	Reporte de lectura	<input type="checkbox"/>	
Trípticos	<input type="checkbox"/>	Explosión oral	<input checked="" type="checkbox"/>	







UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



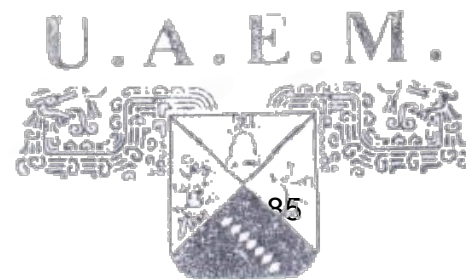
**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

<b>Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)</b>			
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 type="checkbox"/>
Debate o Panel	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajos de investigación documental	<input type="checkbox"/>
Lectura comentada	<input checked="" type="checkbox"/>	Anteproyectos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminario de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>	Discusión guiada	<input checked="" type="checkbox"/>
Estudio de Casos	<input checked="" type="checkbox"/>	Organizadores gráficos (Diagramas, etc.)	<input type="checkbox"/>
Foro	<input checked="" type="checkbox"/>	Actividad focal	<input type="checkbox"/>
Demostraciones	<input checked="" type="checkbox"/>	Analogías	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios prácticos (series de problemas)	<input type="checkbox"/>	Métodos de proyectos	<input checked="" type="checkbox"/>
Interacción con la realidad ( a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	<input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/>	Enunciado de objetivo o intenciones	<input checked="" 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

<b>Criterios</b>	<b>Porcentaje</b>
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 Biotecnología ambiental y ecotoxicología. Que cuente con bases de científicas en microbiología, fisiología microbiana y toxicología y que tenga la capacidad para relacionar el conocimiento ecológico con la Biotecnología. Que demuestre tener publicaciones dentro del ámbito de la asignatura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 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.

**Complementarias:** -----  
-----

**Web:**-----  
-----

**Otros:** -----  
-----

## Maestría en Biotecnología

### Ecotoxicología Genética

#### UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad académica: Centro de Investigación en Biotecnología							
Programa educativo: Maestría en Biotecnología							
Unidad de aprendizaje: <b>Ecotoxicología Genética</b>				Ciclo de formación: Especializado			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: se puede cursar en los semestres 1, 2, 3, o 4			
Elaborado por: Dra. Patricia Mussali Galante				Fecha de elaboración: febrero 2015			
Actualizado por: Dra. Patricia Mussali Galante				Fecha de revisión y actualización: noviembre 2021			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	6	NA	54		Teórico	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Maestría en Biotecnología							

#### PRESENTACIÓN

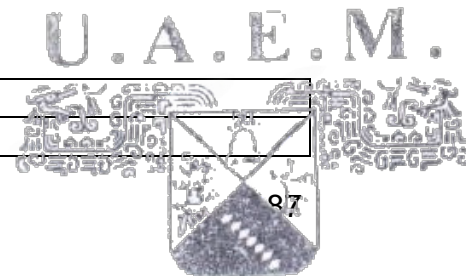
La ecotoxicología estudia los efectos adversos de las sustancias xenobióticas sobre los diferentes niveles de organización biológica. Es decir, su ingreso, presencia, transporte, destino y eliminación. Este curso pretende concientizar al alumno sobre el efecto que tienen los contaminantes ambientales 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

Competencias genéricas





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



CEIB  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

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. 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.

### Competencias específicas

Conocer los sistemas vivos, sus modelos y productos, para la restauración de sitios contaminados con xenobióticos mediante el diseño de bioprocesos eficientes y sustentables utilizando las estrategias biotecnológicas adquiridas en su proceso formativo  
Identificar proteínas y genes presentes en los organismos vivos implicados en la respuesta al estrés químico-biológico, a la biodegradación y a la biotransformación de compuestos xenobióticos para su uso en la biorremediación de ambientes contaminados, mediante el uso de las nuevas tecnologías ómicas; utilizando el análisis bioinformático y bases de datos especializadas, así como técnicas moleculares y bioquímicas.

Relacionar el conocimiento de los efectos tóxicos de compuestos xenobióticos o de los productos de su degradación para determinar y analizar el impacto ambiental y en la salud pública; así como la prevención y mitigación de los daños ecológicos a través de la respuesta biológica a la toxicidad de los xenobióticos; utilizando organismos bioindicadores y/o biomarcadores.

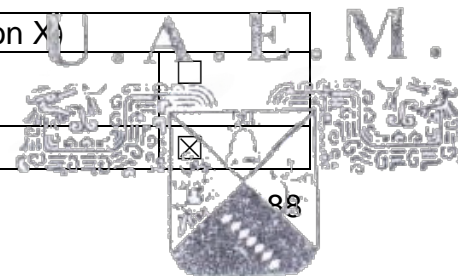
Identificar especies bioindicadoras para llevar a cabo estudios de biomonitoreo ambiental, mediante estudios de reconocimiento *in situ* con el uso de parámetros biológicos y ecológicos de las especies.

### CONTENIDOS

Bloques	Temas
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

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Aprendizaje basado en problemas		<input checked="" type="checkbox"/>	Nemotecnia
Estudios de caso		<input checked="" type="checkbox"/>	Análisis de textos





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología

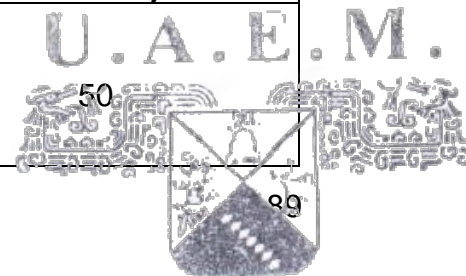


**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

<b>Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)</b>			
Trabajo colaborativo	<input type="checkbox"/>	Seminarios	<input checked="" type="checkbox"/>
Plenaria	<input type="checkbox"/>	Debate	<input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/>	Elaboración de síntesis	<input type="checkbox"/>
Mapa mental	<input type="checkbox"/>	Monografía	<input type="checkbox"/>
Práctica reflexiva	<input checked="" type="checkbox"/>	Reporte de lectura	<input checked="" type="checkbox"/>
Trípticos	<input type="checkbox"/>	Explosión oral	<input checked="" 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 type="checkbox"/>
Debate o Panel	<input checked="" 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 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"/>	Métodos de proyectos	<input type="checkbox"/>
Interacción con la realidad ( a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	<input type="checkbox"/>	Exploración de la web	<input 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

<b>Criterios</b>	<b>Porcentaje</b>
La evaluación de los alumnos se basará en los siguientes criterios:	50





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

<p>1. Tres exámenes parciales (valor: 50%) para aprobar el curso será necesario tener aprobados todos los exámenes.</p>	25
<p>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.</p>	10
<p>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.</p>	15
<p>4. Exposición de un tema (valor: 15%)</p>	
Total	100%

### PERFIL DEL PROFESOR

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

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

#### 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 1-56670-235-8



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

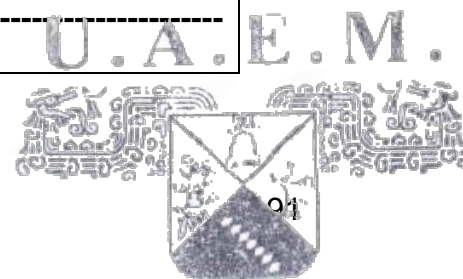
- Moriarty, F. 1999. Ecotoxicology. Testing for Effects of Chemicals on Ecosystems. 3rd Edition. London: Academic Press.
- Newman, M.C. 1998. Fundamentals of Environmental Toxicology. Chelsea, MI: Ann Arbor Press.

### 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 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

Web:-----  
-----

Otros: -----  
-----



Nitro Software, Inc.  
100 Portable Document Lane  
Wonderland

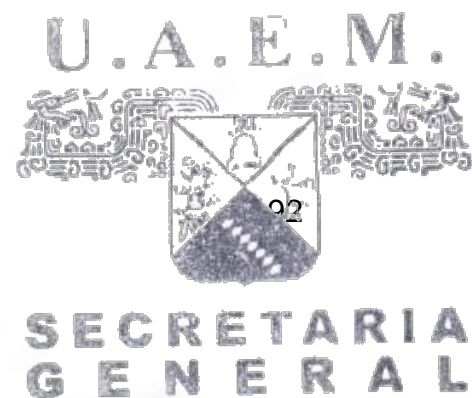
**SECRETARIA  
GENERAL**



# Maestría en Biotecnología



Nitro Software, Inc.  
100 Portable Document Lane  
Wonderland





## Fisiología de los microorganismos extremófilos

### UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

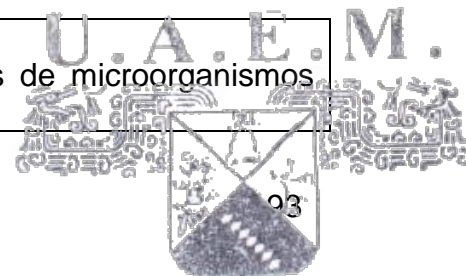
Unidad académica: Centro de Investigación en Biotecnología							
Programa educativo: Maestría en Biotecnología							
Unidad de aprendizaje: <b>Fisiología de los microorganismos extremófilos</b>				Ciclo de formación: Especializado			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: se puede cursar en los semestres 1, 2, 3 o 4			
Elaborado por: Dra. María del Rayo Sánchez Carbente				Fecha de elaboración: agosto 2018			
Actualizado por: Dra. María del Rayo Sánchez Carbente				Fecha de revisión y actualización: noviembre 2021			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	4	0	54	6	Teórico	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: 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
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
Competencias específicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicar conocimientos teóricos básicos y de frontera en el ámbito ambiental, agropecuario y de salud para apoyar el desarrollo de proyectos de investigación y le permita competir en el ámbito laboral con profesionistas internacionales mediante el análisis y discusión de la información adquirida, utilizando el pensamiento crítico y reflexivo.</li> <li>● Recomendar soluciones y rutas de acción a problemas de índole biotecnológica en las áreas ambiental, salud y agropecuarias para minimizar la ocurrencia de errores en la toma de decisiones a través de una actualización continua en su área de especialidad escribiendo documentos y reportes técnicos que inciden en la solución de problemas en diferentes campos biotecnológicos.</li> <li>● Emplear el método científico como herramienta para obtener respuestas a preguntas concretas en un proyecto de investigación, con base en la observación, el conocimiento del estado del arte, la postulación de una hipótesis y su comprobación mediante la experimentación</li> </ul>



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



CEIB  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

- Aplicar el pensamiento crítico, autocrítico y reflexivo para una mejor planeación y ejecución de proyectos mediante la discusión y análisis de manera autónoma y colaborativa de la información científica relevante relacionada con la biotecnología.

### CONTENIDOS

Bloques	Temas
1. Presentación. Organización del curso. Descripción de los grupos microbianos extremófilos	Dominio Archaea, Eubacteria y Eucarionte.
2. Generalidades de fisiología microbiana	Ultraestructura, morfología, fisiología, bioquímica y ecología. Estrategias para el estudio ecológico de extremófilos. Microorganismos extremófilos y tolerantes, Generalidades. Ecología de microorganismos extremófilos. Prospección de genes y productos de interés. Yellowstone: paraíso de la extremofilia
3. Microorganismos termofilos y psicofilos.	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> .

U.A.E.M.



95



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología

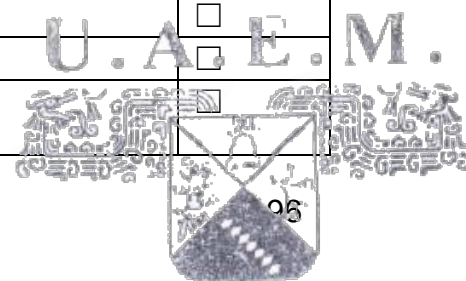


**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

Bloques	Temas
7. Microorganismos barófilos (piezófilos), osmófilos y caófilos.	
8. Aplicaciones biotecnológicas de microorganismos extremófilos.	
9. Presentación de proyectos finales	

### ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)		
Aprendizaje basado en problemas	<input type="checkbox"/>	Nemotecnia <input type="checkbox"/>
Estudios de caso	<input type="checkbox"/>	Análisis de textos <input checked="" type="checkbox"/>
Trabajo colaborativo	<input type="checkbox"/>	Seminarios <input type="checkbox"/>
Plenaria	<input type="checkbox"/>	Debate <input checked="" type="checkbox"/>
Ensayo	<input type="checkbox"/>	Taller <input type="checkbox"/>
Mapas conceptuales	<input type="checkbox"/>	Ponencia científica <input type="checkbox"/>
Diseño de proyectos	<input checked="" 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"/>	Explosión 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 checked="" type="checkbox"/>	Trabajos de investigación documental <input 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 type="checkbox"/>
Ejercicios prácticos (series de problemas)	<input type="checkbox"/>	Métodos de proyectos <input type="checkbox"/>



Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)			
Interacción con la realidad ( a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	<input type="checkbox"/>	Exploración de la web	<input 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
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%
Total	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 BIBLIOGRÁFICAS

### 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.*



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

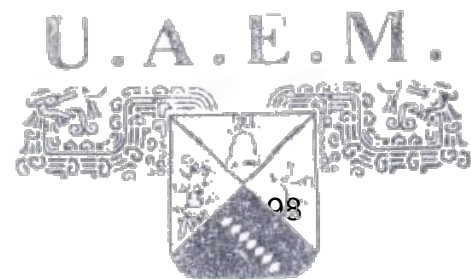
3. Imanaka, T. (2011). Molecular bases of thermophily in hyperthermophiles. *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, 87(9), 587-602.

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 psychrophiles. *EMBO reports*, e201338170.

**Web:**-----  
-----

**Otros:** -----  
-----



## Comunicación celular

### UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad académica: Centro de Investigación en Biotecnología							
Programa educativo: Maestría en Biotecnología							
Unidad de aprendizaje: <b>Comunicación celular</b>				Ciclo de formación: Especializado			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: se puede cursar en los semestres 1º, 2º, 3º o 4º.			
Elaborado por: Dra. María del Carmen Gutiérrez Villafuerte				Fecha de elaboración: septiembre 2016			
Actualizado por: Dra. María del Carmen Gutiérrez Villafuerte				Fecha de revisión y actualización: septiembre 2021			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	3	0	6	6	Teórico	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Maestría en Biotecnología							

#### 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.

#### 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
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



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



CEIB  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

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.

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

3) Sociales: El estudiante de la MB tiene la capacidad de expresión y comunicación,

4) Éticas: El estudiante de la MB genera los siguientes compromisos: ético

### Competencias específicas

- Aplicar conocimientos teóricos básicos y de frontera en el ámbito ambiental, agropecuario y de salud para apoyar el desarrollo de proyectos de investigación y le permita competir en el ámbito laboral con profesionistas internacionales mediante el análisis y discusión de la información adquirida, utilizando el pensamiento crítico y reflexivo.
- Recomendar soluciones y rutas de acción a problemas de índole biotecnológica en las áreas ambiental, salud y agropecuarias para minimizar la ocurrencia de errores en la toma de decisiones a través de una actualización continua en su área de especialidad escribiendo documentos y reportes técnicos que inciden en la solución de problemas en diferentes campos biotecnológicos.
- Aplicar el pensamiento crítico, autocrítico y reflexivo para una mejor planeación y ejecución de proyectos mediante la discusión y análisis de manera autónoma y colaborativa de la información científica relevante relacionada con la biotecnología.
- Transmitir conocimientos para la formación de recursos humanos en el área biotecnológica en diferentes niveles a través de la participación en labores de docencia con el empleo de las habilidades orales y escritas adquiridas.
- Estudiar los flujos metabólicos para la síntesis de metabolitos secundarios analizando las vías metabólicas y utilizando bases de datos especializadas, técnicas bioquímicas, moleculares y modelos computacionales
- Evaluar extractos, fracciones y/o metabolitos para determinar su actividad farmacológica implementando modelos preclínicos *in vitro* e *in vivo* empleando técnicas farmacológicas y estadísticas
- Identificar proteínas y genes presentes en los organismos vivos implicados en la respuesta al estrés químico-biológico, a la biodegradación y a la biotransformación de compuestos xenobióticos para su uso en la biorremediación de ambientes contaminados, mediante el uso de las nuevas tecnologías ómicas; utilizando el análisis bioinformático y bases de datos especializadas, así como técnicas moleculares y bioquímicas.
- Desarrollar estrategias de control biológico, para disminuir la población de plagas agrícolas y pecuarias, diseñando experimentos en laboratorio, invernadero y campo con base en el conocimiento de las interacciones bióticas.
- Conocer los mecanismos alelopáticos y de defensa de las plantas para incrementar la productividad de cultivos a través de experimentos de alelopatía y alometría, con base en el conocimiento de las interacciones bióticas de las plantas.

Nitro Software, Inc.

100 Portable Document Lane

Wonderland





## CONTENIDOS

Bloques	Temas
<p><b>1: SEÑALIZACIÓN</b></p>	<p><b>1.1. Introducción.</b></p> <p>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>1.2. Interacción ligando-receptor</b></p> <p>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>1.3. Receptores y sistemas de transducción.</b></p> <p>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 reclutan enzimas citosólicas, receptores acoplados a proteínas G.</p> <p><b>1.4. Respuestas adaptativas.</b></p> <p>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 heterotrómicas</p>

Bloques	Temas
	<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 con X)			
Aprendizaje basado en problemas	<input type="checkbox"/>	Nemotecnia	<input type="checkbox"/>
Estudios de caso	<input type="checkbox"/>	Análisis de textos	<input checked="" type="checkbox"/>
Trabajo colaborativo	<input type="checkbox"/>	Seminarios	<input checked="" type="checkbox"/>
Plenaria	<input type="checkbox"/>	Debate	<input type="checkbox"/>
Ensayo	<input type="checkbox"/>	Taller	<input type="checkbox"/>
Mapas conceptuales	<input checked="" type="checkbox"/>	Ponencia científica	<input type="checkbox"/>
Diseño de proyectos	<input type="checkbox"/>	Elaboración de síntesis	<input type="checkbox"/>
Mapa mental	<input checked="" type="checkbox"/>	Monografía	<input type="checkbox"/>
Práctica reflexiva	<input type="checkbox"/>	Reporte de lectura	<input type="checkbox"/>
Trípticos	<input type="checkbox"/>	Explosión oral	<input checked="" type="checkbox"/>
Otros			
Estrategias de enseñanza sugeridas (Marque X)			



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

<b>Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)</b>			
Presentación oral (conferencia o exposición) por parte del docente	<input checked="" type="checkbox"/>	Experimentación (prácticas)	<input type="checkbox"/>
Debate o Panel	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajos de investigación documental	<input 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 type="checkbox"/>
Ejercicios prácticos (series de problemas)	<input checked="" type="checkbox"/>	Métodos de proyectos	<input type="checkbox"/>
Interacción con la realidad ( a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	<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

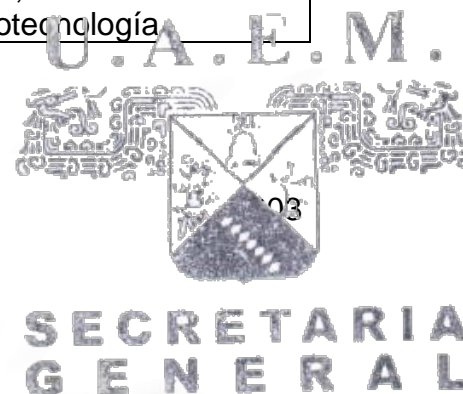
<b>Criterios</b>	<b>Porcentaje</b>
Tareas/participación	10%
Discusión de artículos científicos	20%
Examen	40%
Exposición	10%
Presentación de proyecto	20%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

### PERFIL DEL PROFESOR

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

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Nitro Software, Inc.  
100 Portable Document Lane  
Wonderland



## 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.

**Complementarias:** -----  
-----

**Web:**-----  
-----

**Otros:** -----  
-----

**Bioinformática en el sistema unix para análisis genómicos**

**UNIDAD DE APRENDIZAJE**

IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad académica: Centro de Investigaciones en Biotecnología							
Programa educativo: Maestría en Biotecnología							
Unidad de aprendizaje: <b>Bioinformática en el sistema unix para análisis genómicos</b>				Ciclo de formación: Especializado			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: se puede cursar en los semestres 1, 2, 3 ó 4			
Elaborado por: Dr. Edgar Dantán González				Fecha de elaboración: septiembre 2016			
Actualizado por: Dr. Edgar Dantán González				Fecha de revisión y actualización: noviembre 2021			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	3	0	3	6	Teórico	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Maestría en biotecnología							

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 difícilmente es procesada por métodos tradicionales. Para procesar esta minería de datos 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 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, 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

Competencias genéricas
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.
Competencias específicas
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplicar conocimientos teóricos básicos y de frontera en el ámbito ambiental, agropecuario y de salud para apoyar el desarrollo de proyectos de investigación y le permita competir en el ámbito laboral con profesionistas internacionales mediante el análisis y discusión de la información adquirida, utilizando el pensamiento crítico y reflexivo.</li> <li>2. Identificar problemas prioritarios en la biotecnología ambiental, de salud y agropecuaria para contribuir en su solución a nivel nacional e internacional (i.e. contaminación, medicina alternativa y agroecología sustentable) a través de la formulación de proyectos ex professo con la lectura crítica y reflexiva de documentos científicos basados en información de frontera especializada.</li> <li>3. Analizar la información científica actual en las áreas ambiental, de salud y agropecuaria para trabajar de forma profesional, confiable e independiente examinando la información teórica y estadística existente con el empleo de plataformas de búsqueda científica y software estadístico.</li> <li>4. Aplicar habilidades interpersonales, de expresión y comunicación para trabajar de forma colaborativa y autónoma en el ámbito laboral con base en las experiencias y aprendizaje obtenido en los ejes formativos, la participación en estancias, seminarios institucionales u otros eventos académicos.</li> </ol> <p>Analizar genomas de microorganismos en asociación simbiótica para la búsqueda de genes involucrados en la contención de enfermedades pecuarias haciendo uso de la genómica estructural y funcional con técnicas de bioinformática y bases de datos especializadas.</p>



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## CONTENIDOS

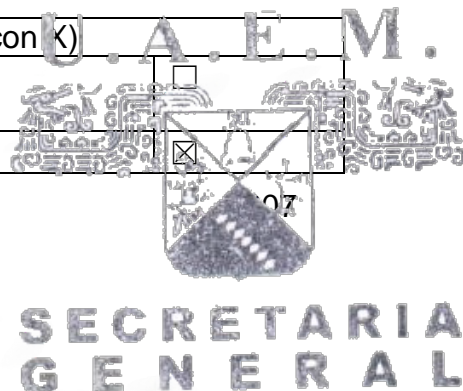
# Maestría en Biotecnología



Bloques	Temas
<b>Módulo 1: Descripción del curso, introducción al lenguaje Unix.</b>	
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 1.4. 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
<b>Módulo 2: Bases del manejo de datos, secuencias DNA y proteínas</b>	
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 estructuras 3.3. Bases de datos 3.4. Métodos para el estudio de estructuras de proteínas y predicción 3.5 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
<b>Módulo 4: Integración de conocimientos (casos concretos)</b>	
1. Integración de las herramientas.	Presentación de proyecto

## ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con <input checked="" type="checkbox"/> )			
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"/>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología

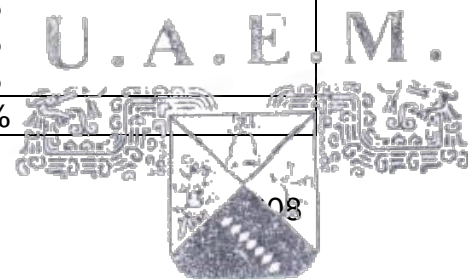


**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

<b>Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)</b>			
Trabajo colaborativo	<input checked="" type="checkbox"/>	Seminarios	<input checked="" type="checkbox"/>
Plenaria	<input type="checkbox"/>	Debate	<input type="checkbox"/>
Ensayo	<input checked="" type="checkbox"/>	Taller	<input checked="" type="checkbox"/>
Mapas conceptuales	<input checked="" type="checkbox"/>	Ponencia científica	<input checked="" type="checkbox"/>
Diseño de proyectos	<input checked="" type="checkbox"/>	Elaboración de síntesis	<input type="checkbox"/>
Mapa mental	<input checked="" type="checkbox"/>	Monografía	<input type="checkbox"/>
Práctica reflexiva	<input checked="" type="checkbox"/>	Reporte de lectura	<input checked="" type="checkbox"/>
Trípticos	<input type="checkbox"/>	Explosión oral	<input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/>	Anteproyectos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminario de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>	Discusión guiada	<input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/>	Analogías	<input type="checkbox"/>
Ejercicios prácticos (series de problemas)	<input checked="" type="checkbox"/>	Métodos de proyectos	<input type="checkbox"/>
Interacción con la realidad ( a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	<input checked="" 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 checked="" 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

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







UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## 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.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### **Básicas:**

#### **Módulo I**

Blum, R. (2020). Linux for dummies. John Wiley & Sons.

Siever, E., Weber, A., Figgins, S., Love, R., & Robbins, A. (2005). Linux in a Nutshell. " O'Reilly Media, Inc."

Grant, R. (2010). Ubuntu for Non-geeks: A Pain-free, Get-things-done Guide. No Starch Press.

Robbins, A., & Beebe, N. H. (2005). Classic Shell Scripting: Hidden Commands that Unlock the Power of Unix. " O'Reilly Media, Inc."

#### **Módulo II**

Smith, T. F., & Waterman, M. S. (1981). Identification of common molecular subsequences. *Journal of molecular biology*, 147(1), 195-197.

Altschul, S. F., Madden, T. L., Schäffer, A. A., Zhang, J., Zhang, Z., Miller, W., & Lipman, D. J. (1997). Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. *Nucleic acids research*, 25(17), 3389-3402.

Chatzou, M., Magis, C., Chang, J.M., Kemena, C., Bussotti, G., Erb, I., Notredame, C. (2016). Multiple sequence alignment modeling: methods and applications, *Briefings in Bioinformatics*, Volume 17, Issue 6, Pages 1009–1023, <https://doi.org/10.1093/bib/bbv099>.

Gough, J., Karplus, K., Hughey, R., Chothia, C. (2001). Assignment of homology to genome sequences using a library of hidden Markov models that represent all proteins of known structure. *J Mol Biol*. 2;313(4):903-19. doi: 10.1006/jmbi.2001.5080.PMID: 11697912.

### **Complementarias:**

Kuhlman, B., Bradley, P. (2019). Advances in protein structure prediction and design. *Nat Rev Mol Cell Biol* 20, 681–697. <https://doi.org/10.1038/s41580-019-0163-x>

### **Web:**

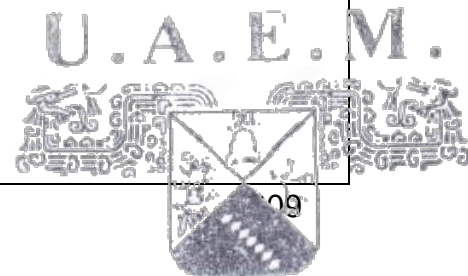
#### **Modulo II**

<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>

<https://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/>

<https://www.expasy.org/resources/uniprotkb-swiss-prot>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/msviewer/>



Nitro Software, Inc.  
100 Portable Document Lane  
Wonderland

SECRETARIA  
GENERAL

[https://www.bioinformatics.nl/tools/crab\\_fasta.html](https://www.bioinformatics.nl/tools/crab_fasta.html)

[https://molbiol-tools.ca/Protein\\_secondary\\_structure.htm](https://molbiol-tools.ca/Protein_secondary_structure.htm)

[https://molbiol-tools.ca/Protein\\_tertiary\\_structure.htm](https://molbiol-tools.ca/Protein_tertiary_structure.htm)

[https://molbiol-tools.ca/Protein\\_quaternary\\_structure.htm](https://molbiol-tools.ca/Protein_quaternary_structure.htm)

### **Modulo III**

<https://www.ebi.ac.uk/training/online/courses/introduction-to-phylogenetics/what-is-phylogenetics/>

Otros: -----  
-----

## Relación estructura-función de proteínas

### UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Unidad académica: Centro de Investigación en Biotecnología							
Programa educativo: Maestría en Biotecnología							
Unidad de aprendizaje: <b>Relación estructura-función de proteínas</b>				Ciclo de formación: Especializado			
				Eje de formación: Teórico			
				Semestre: se puede cursar en los semestres 1,2, 3 y 4			
Elaborado por: Dra. María del Carmen Gutiérrez Villafuerte				Fecha de elaboración: agosto 2015			
Actualizado por: Dra. María del Carmen Gutiérrez Villafuerte				Fecha de revisión y actualización: noviembre 2021			
Clave:	Horas teóricas:	Horas prácticas:	Horas totales:	Créditos:	Tipo de unidad de aprendizaje:	Carácter de la unidad de aprendizaje	Modalidad
No Aplica	4	NA	54	6	Teórico	Posgrado	Presencial
Programa (s) educativo (s) en los que se imparte: Maestría en Biotecnología							

#### PRESENTACIÓN

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

Competencias genéricas
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,



# Maestría en Biotecnología



abstracción, análisis y síntesis, aprender y actualizarse permanentemente, comunicarse en un segundo idioma, capacidad creativa, comunicación oral y escrita.

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

3) Sociales: El estudiante de la MB tiene la capacidad de expresión y comunicación,

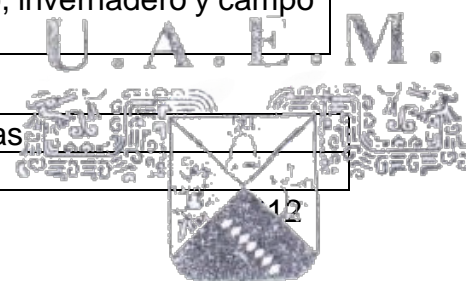
4) Éticas: El estudiante de la MB genera los siguientes compromisos: ético,

## Competencias específicas

- Identificar problemas prioritarios en la biotecnología ambiental, de salud y agropecuaria para contribuir en su solución a nivel nacional e internacional (i.e. contaminación, medicina alternativa y agroecología sustentable) a través de la formulación de proyectos ex professo con la lectura crítica y reflexiva de documentos científicos basados en información de frontera especializada
- Analizar la información científica actual en las áreas ambiental, de salud y agropecuaria para trabajar de forma profesional, confiable e independiente examinando la información teórica y estadística existente con el empleo de plataformas de búsqueda científica y software estadístico.
- Aplicar el pensamiento crítico, autocrítico y reflexivo para una mejor planeación y ejecución de proyectos mediante la discusión y análisis de manera autónoma y colaborativa de la información científica relevante relacionada con la biotecnología.
- Transmitir conocimientos para la formación de recursos humanos en el área biotecnológica en diferentes niveles a través de la participación en labores de docencia con el empleo de las habilidades orales y escritas adquiridas.
- Caracterizar los compuestos bioactivos para la prevención o tratamiento de enfermedades de interés con el uso efectivo de metodologías de investigación multi e interdisciplinarias seleccionando estrategias y herramientas químicas, bioquímicas y/o moleculares
- Evaluar extractos, fracciones y/o metabolitos para determinar su actividad farmacológica implementando modelos preclínicos *in vitro* e *in vivo* empleando técnicas farmacológicas y estadísticas
- Identificar proteínas y genes presentes en los organismos vivos implicados en la respuesta al estrés químico-biológico, a la biodegradación y a la biotransformación de compuestos xenobióticos para su uso en la biorremediación de ambientes contaminados, mediante el uso de las nuevas tecnologías ómicas; utilizando el análisis bioinformático y bases de datos especializadas, así como técnicas moleculares y bioquímicas.
- Desarrollar estrategias de control biológico, para disminuir la población de plagas agrícolas y pecuarias, diseñando experimentos en laboratorio, invernadero y campo con base en el conocimiento de las interacciones bióticas.

## CONTENIDOS

Bloques	Temas
TEMA 1. FUNDAMENTOS BÁSICOS.	





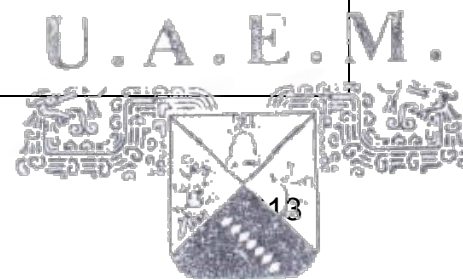
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología



**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

Bloques	Temas
I. Introducción al estudio de las proteínas  Composición química	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Enlace peptídico: evidencias experimentales</li> <li>3. Síntesis de péptidos: química, ribosomal</li> <li>4. Funciones</li> <li>5. Interacciones estereoquímicas</li> <li>6. Diferentes clasificaciones de las proteínas</li> </ol>
II. Aminoácidos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estructura química</li> <li>2. Estereoisomería</li> <li>3. Clasificación y características químicas individuales</li> <li>4. Aminoácidos no proteicos.</li> <li>5. Modificaciones post-traduccionales</li> <li>6. Comportamiento ácido-básico</li> </ol>
III. Estructura de proteínas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Niveles estructurales en las proteínas</li> <li>2. Estructura primaria.</li> <li>3. Predicciones a partir de estructura primaria: hidrofobicidad, estructura secundaria, diagrama de Ramachandran, Proteínas homólogas</li> <li>4. Estructura secundaria</li> <li>5. Proteínas globulares: estructuras supra-secundarias</li> <li>6. Determinación experimental de la estructura secundaria</li> <li>7. Estructura terciaria: fuerzas que mantienen la estructura terciaria</li> <li>8. Dominios estructurales</li> </ol>



Bloques	Temas
	<p>9. Estructura cuaternaria: fuerzas que mantienen la estructura cuaternaria</p> <p>10. Modificaciones covalentes de la estructura proteica</p> <p>11. Complejos multienzimáticos</p>
IV. Propiedades de las Proteínas	<p>1. Comportamiento ácido-básico.</p> <p>2. Técnicas utilizadas en el estudio de proteínas.</p> <p>3. Estabilidad de proteínas. Desnaturalización.</p> <p>4. Plegamiento de proteínas. Entropía conformacional, entalpía de plegamiento y efectos hidrofóbicos.</p> <p>5. Patrones de plegamiento</p> <p>Enzimas que participan en el plegamiento.</p>
V Interacciones ligando-proteína	<p>5.1. Interacciones ligando-proteína.</p> <p>5.2. Dinámica conformacional.</p> <p>5.3. Sitios de unión.</p> <p>5.4. Determinación de Kd y Bmax</p>
VI. Diversidad Proteica	<p>1. Evolución divergente</p> <p>2. Evolución convergente</p> <p>3. Dominios y evolución</p> <p>4. Evolución de proteínas por fusión de fragmentos de genes</p> <p>Homología, identidad de secuencias y similitudes estructurales</p>
<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



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## Maestría en Biotecnología

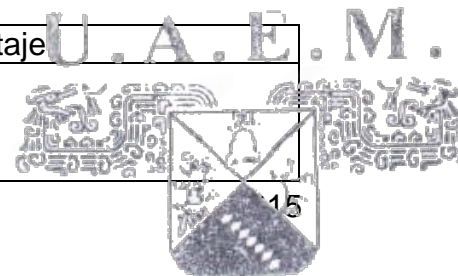


**CEIB**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
EN BIOTECNOLOGÍA

<b>Estrategias de aprendizaje sugeridas (Marque con X)</b>			
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 type="checkbox"/>	Seminarios	<input checked="" type="checkbox"/>
Plenaria	<input type="checkbox"/>	Debate	<input checked="" type="checkbox"/>
Ensayo	<input checked="" type="checkbox"/>	Taller	<input type="checkbox"/>
Mapas conceptuales	<input checked="" type="checkbox"/>	Ponencia científica	<input type="checkbox"/>
Diseño de proyectos	<input type="checkbox"/>	Elaboración de síntesis	<input type="checkbox"/>
Mapa mental	<input checked="" type="checkbox"/>	Monografía	<input type="checkbox"/>
Práctica reflexiva	<input type="checkbox"/>	Reporte de lectura	<input checked="" type="checkbox"/>
Trípticos	<input type="checkbox"/>	Exposición oral	<input checked="" 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 type="checkbox"/>
Debate o Panel	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajos de investigación documental	<input 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 type="checkbox"/>
Ejercicios prácticos (series de problemas)	<input type="checkbox"/>	Métodos de proyectos	<input type="checkbox"/>
Interacción con la realidad ( a través de ideos, fotografías, dibujos software especialmente diseñado)	<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
Tareas/participación	10%
Discusión de artículos científicos	20%
Examen	40%



Exposición	10%
Presentación de proyecto	20%
Total	100%

## PERFIL DEL PROFESOR

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

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Básicas:

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

### Complementarias: -----

-----

### Web:-----

-----

### Otros: -----

-----