



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO DEL DEPARTAMENTO DE
FITOTECNIA



DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

Resumen Ejecutivo (Programas de Asignatura - Anexo)

PLAN DE ESTUDIOS DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS EN BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA

2023

Tabla de contenido

I. INTRODUCCIÓN	3
II. ANTECEDENTES DEL PROGRAMA	4
2.1. Antecedentes en la Universidad Autónoma de Chapingo	4
III. FUNDAMENTACIÓN DEL PROGRAMA	6
3.1. Fundamentación científica.....	6
3.2. Fundamentación pedagógica	8
IV. OBJETIVOS.....	11
4.1. Objetivo general	11
4.2. Objetivos específicos.....	11
4.3. Misión.....	11
4.4. Visión	11
V. NOMBRE DEL PROGRAMA Y TÍTULO QUE SE OTORGA	12
VI. PERFIL DEL ASPIRANTE	12
VII. PERFIL DE EGRESO	12
VIII. QUEHACER PROFESIONAL Y CAMPOS DE TRABAJO	14
IX. ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA.....	14
X. MAPA CURRICULAR	15
XI. REQUISITOS DE PERMANENCIA Y FORMAS DE OBTENCIÓN DEL GRADO	19
XII. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	19
XIII. SINOPSIS DE ASIGNATURAS.....	23
XIV. RESUMEN DEL <i>Curriculum vitae</i> DEL PERSONAL ACADÉMICO	28

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la Biotecnología va más allá de procesos ligados a la producción de alimentos y bebidas. Con la aparición de la Biología Molecular en los años cincuenta, se descifró la estructura del ADN; en los años sesenta se dilucidó el código genético y en los setenta surgió la ingeniería genética y las técnicas del ADN recombinante que dieron origen a la Biotecnología moderna.

La Biotecnología moderna tiene una estrecha conexión con la investigación básica proveniente de la Biología Molecular, lo que exige el soporte de conocimientos cada vez más complejos que requieren una sólida formación científica. Por otra parte, las herramientas, reactivos y equipos para realizar investigación en Biología Molecular son de alto costo y las técnicas han experimentado una tendencia a acelerar la obtención y aumentar el volumen de la información con ayuda de la Robótica y la Informática. Estas son algunas de las razones principales por las cuales esta disciplina es desarrollada principalmente por países y corporaciones transnacionales que cuentan con los recursos humanos y económicos para hacer cuantiosas inversiones en esta disciplina, lo cual les ha generado grandes ventajas y la posibilidad de apropiarse de los recursos biológicos y genéticos de todo el mundo a través de patentes.

Gracias a los aportes de la Biotecnología la agricultura ha protagonizado avances vertiginosos, ya que durante los años ochenta se experimentaron logros en los campos de la modificación de las plantas mediante la ingeniería genética, así como en el desarrollo de técnicas basadas en marcadores moleculares de ADN que han permitido además la revolución de las técnicas del mejoramiento genético.

Durante los años noventa se gestó el desarrollo de las ciencias genómicas y la bioinformática, impulsados principalmente por el proyecto de secuenciación del genoma humano. Paralelo a esto se logró obtener la secuencia completa del genoma de la planta modelo *Arabidopsis thaliana*, así como la del arroz. También se llevaron a cabo proyectos genómicos para caracterizar y explotar de manera más rápida y eficiente la información genética de cultivos relevantes como el maíz, trigo y soya, fundamentalmente en países desarrollados, con fondos públicos y/o privados.

En México, existen grupos que realizan actividades en Biotecnología agrícola a un nivel competitivo con los estándares de los países desarrollados, ya que se encuentra entre los primeros ocho países con el mayor número de firmas en el área; sin embargo, esto es insuficiente para tener un aporte científico significativo en agricultura y alimentación, debido a que el mayor número de firmas son pequeñas empresas, lo que consecuentemente genera un reducido aporte porcentual en investigación y desarrollo tecnológico aproximadamente del 3%, valor inferior al porcentaje promedio mundial.

Existe un gran campo para el desarrollo de la Biotecnología agrícola México. Por ser uno de los mayores centros de biodiversidad biológica de plantas en el mundo, tiene el gran reto de aprovechar las herramientas de la Biología Molecular y la Biotecnología, para estudiar, clasificar, explotar y en muchos casos para proteger con base en el derecho, los recursos genéticos de especies nativas.

En la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), a pesar de que se han abordado investigaciones relativas la Biotecnología moderna, las aplicaciones a la agricultura han sido limitadas. En la actualidad, existen condiciones favorables para impulsar estas disciplinas que, sin duda, serán determinantes en el desarrollo de las ciencias agrícolas en el siglo XXI. En este contexto, el fortalecimiento del Programa Educativo de la Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola es una tarea primordial para el Departamento de Fitotecnia y la UACH.

Por tal motivo, la fundamentación, objetivos y particularmente la estructura curricular ha sido revisada y actualizada y se expone en este documento.

II. ANTECEDENTES DEL PROGRAMA

Datos del Padrón Nacional de Posgrados de Calidad del CONACyT del 2018 muestran que en México existen registrados y reconocidos un total de 2297 posgrados; el área de conocimiento que más posgrados tiene son las Ciencias Aplicadas con 51 %, seguida de Humanidades y Ciencias Sociales con 34% y Ciencias Básicas con el 15%. Se registran 35 posgrados orientados a la Biotecnología, 32 programas pertenecen al área de Biotecnología y Ciencias Agropecuarias, 2 programas al área de medicina y 1 programa al área de biología y química. De los 35 posgrados 15 son doctorados y 20 maestrías.

Según el CONACyT en el país existen aproximadamente 159 instituciones, el sector agrícola participa con el 37.7 %, el de alimentos con 18.23 % y el pecuario 8.17 %; los tres en conjunto aportan el 64.13 % de las instituciones que realizan investigación biotecnológica.

El campo de conocimiento en Biotecnología se encuentra en crecimiento y diversificación, por lo que a nivel mundial esta área del conocimiento, entre otras, ha influido en el crecimiento desigual del nivel de desarrollo económico, social, científico y tecnológico de los países. Con sus proporciones guardadas esta situación se repite en el ámbito latinoamericano, de tal modo que México es un país con un desarrollo intermedio, tanto por las inversiones destinadas al desarrollo de tecnologías derivadas de la Biotecnología, como por la cantidad y calidad de los talentos humanos dedicados a dicho campo de estudio, lo que abre una oportunidad para los programas de posgrado que aseguren formar profesionales especialistas en el área biotecnológica.

2.1. Antecedentes en la Universidad Autónoma de Chapingo

En la Universidad Autónoma Chapingo se han desarrollado algunas áreas en el campo de la Biotecnología agrícola en las últimas décadas a través de las siguientes actividades:

- a. A finales de los años 70's y durante los 80's, se desarrolló un laboratorio de cultivo de tejidos que actualmente continúa generando información. La principal línea de investigación del personal de este laboratorio ha sido el desarrollo de metodologías de micropropagación y auxilio al mejoramiento genético clásico con técnicas como el cultivo de anteras para la obtención de variedades haploides.
- b. En 1991, un grupo de profesores de la universidad elaboraron un proyecto de creación de un Centro Interdisciplinario de Biotecnología Agrícola (CINTBA). Debido a la falta de apoyo institucional y de entrenamiento del grupo en áreas tan relevantes como la Biología Molecular e Ingeniería Genética esta iniciativa no prosperó.
- c. En 1995, bajo los auspicios del entonces Director General Académico de la UACH se intentó establecer un programa de posgrado en Geno-biotecnología, en el que se conjuntaría el mejoramiento genético y la agronomía con la moderna Biotecnología agrícola. Esta iniciativa tampoco prosperó por falta de personal especializado en las áreas más relevantes para el proyecto y de recursos económicos y materiales (laboratorios equipados).
- d. Del intento institucional realizado en 1995, se formó un laboratorio de Biotecnología Agrícola ubicado en campo experimental denominado "El Horno"; luego éste se estableció en 1996 en el nuevo edificio del Departamento de Fitotecnia en Chapingo, renombrado como Laboratorio de Biología Molecular.
- e. En 1996 se creó el Programa Interdisciplinario de Biotecnología Agropecuaria (PIBA) (con la participación de profesores de varios departamentos) y desde este programa

se propuso de nuevo la posibilidad de formación de un Centro Interdisciplinario de Biotecnología Agrícola (CIBA).

- f. En el año 2001, se realizó en el Departamento de Fitotecnia el “Primer Diplomado en Biotecnología Aplicada a la Agricultura”, en el que participaron nacionales y extranjeros. Una segunda edición de este Diplomado se ofreció en el 2002. De esta experiencia, se planteó la posibilidad de establecer un Posgrado en Biotecnología Agrícola.
- g. Finalmente, en octubre de 2003 fue aprobada la Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola por el H.C.U (Honorable Consejo Universitario), por lo que la primera generación fue recibida en 2004.

En este contexto, después de siete años de la creación de este programa académico, se revisó el Plan de Estudios sin cambios relevantes; sin embargo, se planteó la necesidad de revisar nuevamente su estructura y valorar su desempeño cinco años después - para si fuese el caso - plantear las adecuaciones y modificaciones pertinentes que orientaran sus líneas de investigación a condiciones actuales e innovadoras, con las cuales se mantuviese la calidad de los profesionales de alto nivel. Como resultado de esta actividad se generó un Diagnóstico y un documento del Estado del Arte, además se analizaron resultados del seguimiento a egresados. De esta información se concluyó que, si bien el perfil del egresado ha respondido bien a las necesidades del contexto, no ha sido del todo conveniente involucrar al estudiante en una orientación desde el inicio de su programa, por lo que se consideró más adecuado darle elementos básicos a través de un tronco común, que le permitirá una mejor elección posterior de su orientación. Adicionalmente, se consideró conveniente dotar de mayor flexibilidad al mapa curricular que involucre más tiempo disponible para el trabajo de investigación y posibles estancias, motivos por los cuales una comisión del NAB (Núcleo Académico Básico), presentó la reestructuración del programa.

Bajo estas circunstancias, se concluye que actualmente la Universidad Autónoma Chapingo y más específicamente el Departamento de Fitotecnia cuenta con personal altamente capacitado en varias áreas de la Biotecnología vegetal, así como con la infraestructura necesaria (aulas, laboratorios y equipo) para desarrollar proyectos de enseñanza, investigación y servicio en estos aspectos. Las causas materiales que en el pasado limitaron la creación de un Posgrado en Biotecnología Agrícola han sido substancialmente superadas, particularmente con la creación del laboratorio central, donde 48 millones de pesos fueron invertidos en 2012 en equipos de punta, lo que fortalece la viabilidad de continuar con el posgrado asegurando proyectos de investigación de calidad inherentes a las líneas de investigación. Además, tomando en cuenta que en el área cercana a Chapingo se ubican instituciones tales como el CIMMyT, el Colegio de Postgraduados y el INIFAP, en las cuales existen recursos humanos y laboratorios de Biotecnología, esto ofrece interesantes posibilidades de colaboración interinstitucional, las cuales han empezado a rendir frutos desde el 2010. Estos factores y la aportación oportuna del NAB del programa, han fortalecido el programa lo que ha permitido su permanencia en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACyT, concluyendo en un número importante de publicaciones en revistas indizadas, así como en el incremento de la eficiencia terminal y la matrícula.

Por otro lado, dada la escasez de Instituciones que realizan enseñanza e investigación en Biotecnología de plantas con aplicación al mejoramiento genético o relacionadas a la problemática agrícola nacional y sus soluciones, la existencia de un Programa de Posgrado en Biotecnología Agrícola en Chapingo sigue siendo una oportunidad única, puesto que esta Universidad es una de las principales instituciones de agronomía en México y Latinoamérica, por lo que posee un enorme potencial para el desarrollo de esta área en la mayoría de las disciplinas agronómicas.

Con base en las consideraciones anteriores, se propone la presente reestructuración del Plan de Estudios de la Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola:

1. Se presentan la nueva misión y visión del programa
2. Se eliminan las orientaciones como formación disciplinar del estudiante con el propósito de lograr flexibilidad en el plan académico.
3. Se mantiene un grupo de siete materias básicas obligatorias en un tronco común con el propósito de ofrecer al estudiante una formación que le permita adquirir los conocimientos fundamentales de la Biotecnología agrícola.
4. Se declaran doce asignaturas como optativas, las cuales son impartidas por el propio programa académico; sin embargo, podrán ser cursadas como optativas asignaturas impartidas en otros programas. En caso de ser posgrados de la Universidad, se usarán las claves respectivas, y de programas externos se registrarán como Problema Especial con la clave correspondiente y el nombre del curso.
5. Se plantea que el estudiante cubra preferentemente los créditos correspondientes a cursos académicos durante el primer año para que disponga de tiempo necesario en el segundo año para concluir su investigación y de ser pertinente, pueda realizar una estancia de investigación (movilidad). Con ello se pretende facilitar la obtención de grado en tiempo y forma.
6. Se cancelan los cursos Micrometeorología, y Bioinformática y Genómica; además se incluye la asignatura Caracterización Morfológica y Molecular de Recursos Genéticos.
7. Relativo a la conformación del plan de estudios, cambia la ubicación la asignatura de Métodos Estadísticos Aplicados.
8. Se ratifican tres líneas generales de aplicación del conocimiento (LGAC): Recursos Genéticos, Ingeniería Genética y Mejoramiento Genético Asistido.

III. FUNDAMENTACIÓN DEL PROGRAMA

3.1. Fundamentación científica

La Biotecnología Moderna, desde su nacimiento en los años setenta, ha tenido una influencia profunda en el campo de la medicina y la agricultura. Tanto el agrónomo como el biotecnólogo tienen en común que trabajan con seres vivos: microorganismos, animales o plantas. El agrónomo por lo tanto tiene una base de conocimientos que lo habilita para incursionar de manera relativamente fácil en el campo de la Biotecnología. Para esto, requiere profundizar en las áreas de la Biología Molecular y la Bioquímica y disciplinas afines como la Bioinformática. A diferencia del biólogo molecular básico (en México comúnmente denominado biomédico), el agrónomo especialista en fitotecnia, zootecnia, bosques, agroindustrias, suelos, agroecología o parasitología agrícola se encuentra más en contacto con los problemas reales de la producción agrícola y pecuaria. Se establece entre ambos campos del saber (la agronomía y la biología molecular) por lo tanto una interesante relación, en la que por un lado se definen problemas y por el otro se contribuye con soluciones desde la perspectiva biotecnológica. Tal vez esto tenga la virtud de ayudar a definir con claridad los posibles temas de investigación a ser abordados por la Biotecnología agrícola, ya sea desde una perspectiva básica o aplicada. Esto no es intrascendente, ya que dada la escasez de recursos que se destinan a la investigación, siempre es bueno tener claras las prioridades en que se deben aplicar los esfuerzos y los recursos.

Dado que la Biotecnología Agrícola moderna es bastante extensa - si consideramos a ésta como cualquier interacción entre la Biología Molecular o la Biotecnología con las diferentes disciplinas agronómicas - el grupo comisionado para la revisión del Plan de Estudios en Biotecnología Agrícola, realizó un análisis de la disponibilidad de recursos humanos y materiales, llegándose a la conclusión que prevalecen las posibilidades de continuar exitosamente con este posgrado, en particular en las tres áreas cuyo objeto y materia de estudio se expone a continuación:

A. Recursos genéticos

La variabilidad genética entre los genotipos de una especie es indispensable para tener éxito en todo programa de mejoramiento. La principal fuente de variación genética en la naturaleza se encuentra en los centros de origen y diversidad de las plantas. El centro de origen de un cultivo es el área geográfica en la cual dicho cultivo fue domesticado. Un centro de diversidad es una localidad donde existe una gran variabilidad genética entre genotipos de las especies cultivadas y especies relacionadas. La importancia de los centros de origen y de diversidad radica en facilitar la búsqueda de biodiversidad ya que son fuente de germoplasma y genes para la conservación y mejoramiento de los cultivos, pues muchos de estos genes pueden ser transmitidos a las especies cultivadas para elevar su rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, y a factores ambientales como sequía, calor, frío, etc. La identificación de los centros de origen y de diversidad también es valiosa en la conservación de las especies vegetales ante la constante y acelerada pérdida de los recursos genéticos. El trabajo y los estudios de Vavilov (selección de germoplasma a gran escala en el ámbito mundial) marcó el comienzo de la investigación sistemática de las tecnologías de colección, mantenimiento y uso de germoplasma de plantas. A su inicio, la caracterización de los recursos fitogenéticos se basaba principalmente en el uso de marcadores morfológicos, sin embargo, en la actualidad, el uso de los marcadores moleculares de ADN se ha integrado a este tipo de estudios, con lo cual se ha mejorado significativamente la descripción de los recursos naturales. México es centro de origen de muchas especies y ante la constante y acelerada pérdida y robo de los recursos genéticos, es imprescindible integrar dicha tecnología para el rescate, conservación y mejor caracterización de los recursos fitogenéticos.

B. Ingeniería genética

La ingeniería genética es en principio, un método de mejoramiento genético adicional a los métodos clásicos de selección e hibridación. Puede utilizarse para los mismos propósitos que este último. Las principales ventajas de la ingeniería genética son; primero, que amplía las posibles fuentes de características deseables de introducir a una planta, de aquellas especies que son compatibles de cruzarse con la planta de interés a cualquier especie vegetal y en principio a cualquier organismo: desde un virus hasta bacterias u hongos; segundo, que al utilizar esta estrategia, a la planta que se va a modificar se le introduce solamente el o los genes de interés y no se le adiciona información genética no deseable, como ocurre en el mejoramiento tradicional en el que es imposible determinar la cantidad adicional de genes transferidos diferentes al deseado. Además, una vez aislado el gen que confiera una característica deseable a una planta, este mismo gen puede introducirse a una gran diversidad de especies vegetales.

C. Mejoramiento genético asistido

El mejoramiento genético, proceso por medio del cual se obtienen variedades mejoradas, implica incrementar la expresión de uno o varios caracteres hereditarios de las plantas que sean de interés económico para el hombre. El mejoramiento incluye el conjunto de tecnologías y procedimientos usados desde el origen de la agricultura para modificar la constitución genética de las plantas. El mejoramiento genético tradicional implica dos grandes áreas: la hibridación y la selección; en ambos casos, tanto el conocimiento empírico como el científico se conjugan durante la obtención de variedades mejoradas. No obstante, las tecnologías clásicas desarrolladas en ambas áreas han sido altamente efectivas para la obtención de variedades mejoradas, el periodo de tiempo requerido es muy largo. Con el desarrollo de la Genética Molecular, en la actualidad es posible integrar la tecnología de los marcadores genéticos moleculares en el desarrollo de variedades mejoradas permitiendo que dicho proceso sea más rápido y más eficiente. La aplicación de estas técnicas es de gran utilidad

para la caracterización de genotipos y la selección de genes ligados a marcadores conocidos. Los marcadores permiten también un análisis a profundidad de los caracteres cuantitativos, facilitando la búsqueda de alelos interesantes que se encuentren en germoplasma silvestre o cultivado. Como consecuencia, se están desarrollando métodos de mejora diseñados específicamente para obtener los máximos beneficios de esta tecnología. Se han detectado niveles altos de conservación entre especies vegetales cercanas y lejanas dentro de una misma familia mediante mapeo comparativo. Además, los programas de secuenciación de ADN en especies vegetales modelo, han proporcionado una cantidad enorme de información útil, habiéndose detectado un nivel alto de similitud de secuencias en genes que tienen la misma función. Estos resultados han permitido el diseño de estrategias nuevas para la localización de genes útiles en cualquier cultivo según su posición o secuencia en especies modelo.

3.2. Fundamentación pedagógica

El Plan de Estudios es escolarizado, es decir, lleva cursos, seminarios, cursos optativos e implica actividades de investigación, lo que da una mayor garantía para que el estudiante concluya con la obtención de grado; sin embargo, la carga de cursos obligatorios se concentran prácticamente en el primer año, por lo que sí el estudiante tiene que permanecer por un periodo mayor en el lugar donde va a realizar su investigación, podrá hacerlo sin ningún inconveniente, por lo que se puede decir que la Maestría es hasta cierto punto “semiabierta”.

El Plan de Estudios está diseñado para que el estudiante curse asignaturas obligatorias, con el fin de asegurar un mínimo de preparación académica uniforme. Dichas materias darán al estudiante una preparación en cursos sobre escritura científica, bases sólidas de estadística, genética y biología molecular entre otras. En cuanto a las asignaturas optativas, éstas contemplan aspectos generales que se dictan a una profundidad adecuada para que el estudiante refuerce sus conocimientos, principalmente los relacionados con su investigación y cuyos cursos están más ligados con las líneas de investigación del posgrado y orientación en la que se haya involucrado el alumno una vez concluido su tronco común. En el plan, el escenario más conservador involucra al menos 28 a 44 % de cursos optativos, quedando abierto a incrementarse en función de la disponibilidad y necesidad de cada estudiante; además queda abierta la frontera cuando se declara la posibilidad de otorgar créditos por estancia de investigación mínima de tres meses. Esta estrategia hace de la propuesta un Plan de Estudios flexible, lo que asegura una formación más integral de los estudiantes.

La asignatura de investigación dentro del plan de estudios se plantea para que el estudiante adquiera las bases y habilidades para realizar una investigación científica y/o tecnológica, aplicando los conocimientos que adquiera en sus materias, y que le sirva de apoyo para el desarrollo de su tesis.

El presente programa educativo de modalidad presencial en Biotecnología agrícola, promueve conocimientos, habilidades y actitudes a través de procesos de enseñanza-aprendizaje mediante asignaturas de naturaleza teórico-práctica, teórica y práctica; y mediante el desarrollo de proyectos de investigación. Por ello, se consideran los siguientes elementos para desarrollar la Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola:

- a) Estudiantes con conocimientos básicos para abordar los estudios de Biotecnología.
- b) Docentes con experiencia y formación en el área de estudio.
- c) Planes, programas de estudio, métodos educativos, líneas de investigación, entre otros.
- d) Impartición de educación superior acorde a las formas previstas por la normatividad institucional.

- e) Material didáctico, informática y comunicación, y cualquier otro que sea útil para impartir educación (redes globales: información, biblioteca, laboratorios, bases de datos, entre otros).
- f) Infraestructura y demás recursos destinados para la educación e investigación.
- g) Organización académica y de colaboración, para la administración del programa educativo.

En el contexto nacional e internacional actual, la preocupación de las organizaciones e instituciones de educación superior se centra en la definición de su competitividad y ampliación de su valor y papel, en términos de la investigación y desarrollo, a partir de sus programas de posgrado con un currículum más flexible - especialmente cuando la rapidez de cambio en la ciencia, tecnología, telecomunicación, está aumentando, proliferan nuevas disciplinas y la relación interdisciplinaria es cada vez más intensa-.

Por otro lado, la producción vegetal en particular, influye sobre el medio ambiente en forma directa o interrelacionada con otras áreas de los sistemas operativos agrícolas: protección vegetal, silvicultura, producción animal, agroindustrias, acuicultura, técnicas agrícolas, riego, etc., de aquí la importancia de plantear grandes exigencias en cuanto a conocimientos de los aspirantes, para comprender las relaciones biológicas, ecológicas y económicas, entre otras. Bajo este escenario de futuro, se plantea abordar una diversidad de conocimientos a partir de disciplinas básicas (biología, física, química y matemáticas), técnicas de apoyo (agronomía y silvicultura), y de soporte (genética y estadística), para el desarrollo de las ciencias agrícolas, agroindustriales y biotecnológicas, lo cual se reflejará en el tipo de egresado a formar con los siguientes rasgos esenciales:

- a) Una formación sólida en conocimientos de las ciencias básicas y los fundamentos de las ciencias, con el fin de adaptarse y comprender los cambios tecnológicos que le deparan su vida profesional.
- b) Una visión integral, versátil y flexible, por su capacidad de autoaprendizaje y adaptación, en donde la búsqueda del conocimiento sea la base para la seguridad y con la convicción de una preparación permanente.
- c) Una capacidad de vinculación externa.

En la elaboración de los programas de cada asignatura, se contempló la problemática de la disciplina (Biotecnología), considerando su identidad, sus tendencias, sus enfoques, sus principales tópicos, su interrelación científica, y su funcionalidad social y económica. Además, la impartición de los cursos considera la participación de los estudiantes, aun cuando parte de las actividades se instrumenten a partir de la exposición de ciertos contenidos por parte de los profesores, éstos se organizarán de manera que los estudiantes profundicen en los contenidos de los programas con el apoyo bibliográfico que cada materia establece, así como los que identifiquen con base en su propia iniciativa.

También, se incluyen actividades dirigidas por los profesores tendientes a lograr la participación del estudiante, tales como revisiones críticas de artículos científicos, exposiciones de temas particulares y análisis colectivo de los temas programáticos en donde los profesores actúen como moderadores. En los seminarios de investigación que contempla el programa, se abre el espacio, para la máxima participación de los estudiantes. Su dinámica estará basada en presentaciones que pueden ser del proyecto, avances y/o resultados de su investigación o algún otro tema de relevancia en Biotecnología Agrícola.

El proceso de enseñanza-aprendizaje en Biotecnología tiene un carácter multidisciplinario, que se manifiesta en la generación de conocimientos mediante investigación para atender problemas específicos de la producción o bien en la introducción de nuevas tecnologías para los productores (agrícolas e industriales), lo cual implica crear nuevos métodos y técnicas (inmunología, ingeniería genética, marcadores genéticos, entre otros), por ejemplo, en el área de la Biotecnología molecular y celular, fitomejoramiento, entre otras. Estos elementos sustentan el planteamiento de formar recursos humanos en tres orientaciones: recursos

genéticos, ingeniería genética y mejoramiento genético asistido; lo cual permite el desarrollo de capacidades integrales en los estudiantes.

Asimismo, la resolución de determinados problemas, tiene éxito cuando se aplica el método apropiado, así como su relación con la capacidad de comunicación y el empleo de un lenguaje preciso. Así, la Biotecnología no es más que un modo de investigar o sea de obtener respuestas a preguntas dadas cuyo campo de aplicación es la naturaleza. Además, la comprensión de las nuevas tecnologías y su influencia sobre grupos de población, así como la realización de estudios socioeconómicos sobre las perspectivas e impacto (industria o sectores específicos) y al debatir los problemas políticos y éticos, será posible obtener una visión integral del uso de la Biotecnología.

Un componente imprescindible de la Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola, es el dominio de las técnicas de laboratorio que constituyen la base de esta disciplina, sobre todo de algunas orientaciones, como la de ingeniería genética; y no sólo los fundamentos, sino destrezas que implican el manejo del genoma como un componente obligado en la formación del futuro egresado. Así, las actividades de laboratorio son activas por definición, en ellas el estudiante desarrollará la capacidad de ejecutar protocolos previamente definidos, cuyos resultados demandan cierta maestría para su dominio.

Esto abre la posibilidad para que el estudiante pueda desarrollar nuevos protocolos que contribuyan al desarrollo de la Biotecnología y de su ingenio. Es de esperarse que esto tenga lugar durante el trabajo de investigación de tesis del alumno, el cual es un componente sustancial de este programa. La iniciativa y proactividad del alumno deberá manifestarse, tanto en el terreno práctico como en el teórico, dentro del área de conocimiento más directamente relacionada con su trabajo de tesis.

La investigación, se concibe como un elemento formativo básico de este programa, para adquirir habilidades, para evaluar y analizar información; por tanto, es una condición insustituible para poder egresar. El dominio del método científico, por parte del alumno, se observará cuando plantee su proyecto de tesis, y aborde éste con todo el rigor teórico y metodológico necesarios.

Diversos proyectos podrán plantearse para resolver problemas prácticos en la Biotecnología aplicada a la agricultura y agroindustria, pero su desarrollo implica necesariamente recurrir al acervo teórico existente. Asimismo, es posible que en la búsqueda de soluciones a problemas prácticos se requiera de nuevas elaboraciones teóricas, por lo que es en esa relación dialéctica entre teoría y práctica, en la que se pretende formar al egresado de este programa. También el autoaprendizaje, tiene un espacio en este posgrado, en particular se contempla que problemas especiales pueden dar créditos al estudiante, en esta actividad se define un objeto del conocimiento que el alumno aprehenderá por cuenta propia, bajo la orientación y supervisión del profesor responsable.

En correspondencia con el planteamiento, el programa buscará establecer fuertes lazos con el sector productivo, para desarrollar relaciones de mutuo beneficio de las cuales el sector productivo pueda encontrar soluciones a problemas particulares (mediante investigaciones que desarrollen los estudiantes y maestros del programa), a su vez que la Universidad, a través de los proyectos generados por esta maestría pueda contribuir al desarrollo científico en el campo de la Biotecnología.

Si bien el programa contempla la presencia del estudiante en el campus de la UACH, cuando la naturaleza del proyecto de investigación y los recursos aprobados para su ejecución no sean una limitante, se contempla la posibilidad de que el estudiante pueda realizar una estancia de investigación al menos de tres meses, en alguna otra institución. Esto tendrá que ser después de un año de estudios y con la aprobación del Comité Asesor del estudiante.

Cada una de las actividades aquí planteadas estará bajo la responsabilidad de una entidad académica institucional, que puede ser desde el profesor de una asignatura o responsable de un problema especial, el coordinador de un seminario, el Comité Asesor, el coordinador del posgrado, hasta el propio comité académico. El comité asesor de cada alumno será el responsable del cumplimiento en tiempo y forma de su programa específico de formación. El coordinador del programa será el responsable de dar seguimiento a las actividades del programa en su conjunto

Bajo este contexto, el alumno podrá incorporarse a las asignaturas, líneas y proyectos de investigación, acordes a su interés, en donde se privilegia la atención individual y en general la vinculación del personal académico con los alumnos.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Formar profesionales de nivel posgrado en el conocimiento de las principales herramientas biotecnológicas y sus aplicaciones en el sector agrícola como alternativas para generar programas y proyectos que permitan incrementar la productividad y la calidad de los productos agrícolas.

4.2. Objetivos específicos

1. Formar y preparar profesionales en las tecnologías de colección, caracterización morfológica y molecular, y conservación de recursos fitogenéticos.
2. Aplicar las tecnologías del ADN recombinante para desarrollar plantas transgénicas que representen soluciones a la problemática del sector agrícola y del medio rural.
3. Aplicar y desarrollar metodologías *in vitro* de micropropagación para formular programas de mejoramiento de plantas cultivadas de calidad.
4. Formar investigadores con un perfil agronómico-biológico capaces de integrar y aplicar las tecnologías desarrolladas en la Genotecnia vegetal clásica y la Biotecnología, con el propósito de acelerar e incrementar la eficiencia de las tecnologías utilizadas para el desarrollo de variedades mejoradas.

4.3. Misión

Formar recursos humanos de nivel posgrado con un perfil científico-técnico capaces de aplicar los principios biotecnológicos para generar soluciones viables a los problemas de la producción agrícola.

4.4. Visión

Estudiar, preservar y mejorar, a través de la investigación biotecnológica, las especies vegetales para contribuir al desarrollo del proceso de producción agrícola.

V. NOMBRE DEL PROGRAMA Y TÍTULO QUE SE OTORGA

Nombre del programa de posgrado: Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola.

Título otorgado: Maestro en Ciencias en Biotecnología Agrícola.

VI. PERFIL DEL ASPIRANTE

- a. Para ser considerado como candidato a estudiar la Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola, el aspirante deberá contar con al menos un título de Licenciatura en Agronomía, Biología, Química o ciencias afines.
- b. El candidato a estudiar este posgrado, deberá ser un profesional interesado en llevar a cabo investigación en Biotecnología básica o aplicada con un enfoque agrícola, por lo cual será necesario poseer la habilidad y disposición para combinar el trabajo de campo con el de laboratorio.
- c. Ser reflexivo, crítico y creativo para resolver problemas diversos del ámbito de la Biotecnología Agrícola.
- d. Mostrar espíritu y disposición para integrarse al trabajo colaborativo.
- e. Poseer capacidad para interpretar documentos científicos con el fin de plantear proyectos de investigación.
- f. Disponibilidad y compromiso para concluir su programa como estudiante de tiempo completo en los periodos establecidos por el Reglamento General de Estudios de Posgrado.
- g. Disposición para seguir el código de ética del posgrado.

VII. PERFIL DE EGRESO

El profesional egresado del programa contará con las herramientas teórico-metodológicas para realizar investigación interdisciplinaria, básica y aplicada, en aspectos de bioquímica, biología celular, biología molecular, fisiología, genética, y otras disciplinas, con el fin de incorporar este conocimiento a la corriente biotecnológica moderna con miras a su aplicación en la resolución de problemas agrícolas relevantes.

El graduado de la Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola tendrá los aspectos disciplinarios necesarios para su desenvolvimiento profesional como son:

- a. Rigurosidad crítica.
- b. Honestidad en el ámbito de la investigación.
- c. Sentido humano y social.

El graduado también tendrá las características profesionales necesarias para enfrentar la problemática del ámbito de la Biotecnología con:

- a. Ética profesional.
- b. Capacidad analítica.
- c. Capacidad para resolver problemas.
- d. Liderazgo en grupos de investigación.
- e. Capacidad para organizar y obtener la cooperación interinstitucional e internacional

El egresado de la Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola será capaz de:

- a) Valorar la evolución de las ciencias y la biotecnología para generar estrategias que permitan su integración en la producción agrícola.
- b) Promover la comunicación entre profesionales de la agronomía y otros campos, en la solución de los problemas técnicos, económicos y sociales de la agricultura.
- c) Emplear las bases de la biología molecular y ciencias afines, para desarrollar métodos y técnicas en biotecnología agrícola.
- d) Comprender los métodos y técnicas de la biotecnología agrícola para realizar investigación básica y aplicada a fin de contribuir a resolver los problemas de la agricultura, bajo el criterio de sustentabilidad, conservando el medio ambiente y la biodiversidad.
- e) Indagar el avance vertiginoso de la ciencia y la tecnología, con la habilidad de mantenerse actualizado mediante el acceso a las numerosas fuentes de información disponibles en español e inglés.

Conocimientos

- a. Conocimiento de las bases de la biología molecular y ciencias afines, para desarrollar científicamente herramientas innovadoras para la solución de problemática agrícola y para el desarrollo tecnológico de la misma.
- b. Aprendizaje de las metodologías de la biología molecular y la biotecnología necesarias para el estudio, clasificación, preservación y aprovechamiento racional de las plantas cultivadas y silvestres.
- c. Conocimiento de las bases para el diseño, generación y evaluación de plantas transgénicas que permitan resolver problemas de la agricultura extensiva e intensiva, sin menoscabo o daño a los agroecosistemas, el ambiente y la biodiversidad.
- d. Integración de los conocimientos de la biología molecular con los del mejoramiento genético clásico para la obtención de variedades mejoradas.

Habilidades

- a. Aplicar los métodos y técnicas de la biotecnología agrícola para el impulso de las labores científicas en la agricultura.
- b. Participar en grupos interdisciplinarios para formar recursos humanos en el nivel de posgrado.
- c. Proponer técnicas para el sector oficial, sobre aspectos biotecnológicos inherentes en la producción agrícola.
- d. Diseñar y dirigir proyectos productivos agrícolas que involucren el apoyo de la biotecnología agrícola.
- e. Evaluar y plantear soluciones a partir de los resultados del diagnóstico técnico de los procesos de producción agrícola.

Actitudes

- a. Contribuir al desarrollo científico de la nación en el entorno de la Biotecnología Agrícola.
- b. Actuar con un sentido humanístico, ético, y de honradez ante los retos y oportunidades que se presenten en el ámbito agrícola nacional.
- c. Tener actitud innovadora, crítica, analítica y constructiva para enfrentar a la problemática agrícola nacional.

- d. Mostrar capacidad, contribuir al bienestar social y mantener el liderazgo los grupos multidisciplinares de investigación.

VIII. QUEHACER PROFESIONAL Y CAMPOS DE TRABAJO

El egresado de la Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola estará capacitado para desempeñarse en diversos ámbitos que tienen que ver con la Biotecnología Agrícola, específicamente cuando se requiera un dominio particular en campos como Recursos Genéticos, Ingeniería Genética de Plantas y Mejoramiento Genético Asistido por Marcadores Moleculares.

Con relación al campo de acción del graduado de la Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola, será capaz de involucrarse directamente a los siguientes campos de trabajo:

- a. Desempeñarse como investigador en alguna institución relacionada con la Biotecnología básica o aplicada, tanto en el sector público como en el privado.
- b. Participar como docente e investigador en alguna institución de enseñanza superior relacionada con la Biotecnología básica o aplicada, tanto en el sector público como en el privado
- c. Participar como profesional calificado en alguna empresa que por su naturaleza tenga que ver con algún proceso de producción relacionado con la Biotecnología Agrícola.
- d. Empezar proyectos personales de manera independiente, ya sea mediante la oferta de asesoría especializada en Biotecnología Agrícola o en cualquier otra fuente de trabajo propia.

IX. ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA

Orientaciones del Conocimiento

En el caso de la Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola el estudiante podrá optar, una vez cumplido con el tronco común, por una de las orientaciones siguientes:

Recursos genéticos. Concebir herramientas tradicionales y biotecnológicas para rescatar, conservar, clasificar y caracterizar los recursos fitogenéticos nacionales; así como estimar la variabilidad genética de especies de importancia agrícola mantenidas en los bancos de germoplasma nacionales.

Ingeniería genética. Comprender la aplicación de técnicas de ADN recombinante para identificar y desarrollar variedades de plantas con modificaciones genéticas específicas que apoyen el fitomejoramiento.

Mejoramiento genético asistido. Aplicar las tecnologías de marcadores genético-moleculares para tipificar y seleccionar genotipos a partir de variedades o líneas de plantas, así como de especies nativas, para hacer más eficiente la selección de individuos progenitores en un programa de fitomejoramiento.

La orientación podrá seleccionarse por el estudiante de acuerdo con su interés y con la aprobación de su comité asesor; su plan de estudios estará definido por un tronco común de cinco cursos obligatorios (Biología Molecular, Métodos de Biología Molecular, Métodos Estadísticos Aplicados, Genética Avanzada, y Bioquímica Vegetal) y dos seminarios; posteriormente elegirá las asignaturas optativas en función de su orientación de interés. Previa autorización de su Comité Asesor, el alumno tiene la posibilidad de elegir asignaturas

optativas del mismo programa o bien de cualquier otro posgrado dentro y fuera de la institución; en los primeros dos casos, se utilizarán las claves asignadas en la Universidad Autónoma Chapingo, mientras que en el último se registrará como un problema especial con los créditos que el programa colaborador establezca.

X. MAPA CURRICULAR

El ciclo escolar de la Maestría en Biotecnología Agrícola se ajustará al calendario académico del Posgrado en el UACH. El año escolar se dividirá en tres periodos académicos: sesión de primavera (enero-mayo), sesión de verano (junio julio) y sesión de otoño (agosto-diciembre). La fecha de ingreso será anual en la sesión de primavera.

La duración de la maestría será de dos años escolares que implican dos sesiones de primavera, dos de verano y dos de otoño, tiempo pertinente para completar 41 créditos como mínimo, que incluyan cuando menos 31 en cursos y 10 en investigación, de acuerdo con el reglamento vigente del Posgrado en la UACH. Los créditos en cursos curriculares se completarán preferentemente durante las tres primeras sesiones, ya que el segundo año se dedicará fundamentalmente a completar los créditos correspondientes a la investigación de tesis.

Se impartirán dos seminarios en las primeras sesiones de primavera y otoño. El primero de ellos permitirá el desarrollo y planteamiento del proyecto de investigación por parte del estudiante y su posterior exposición ante el Comité Asesor; mientras que el segundo seminario incluirá la presentación del proyecto ante el pleno de estudiantes y profesores del Programa de Posgrado de Biotecnología. Las actividades relacionadas con la presentación de estos seminarios serán coordinadas por un profesor responsable.

MAPA CURRICULAR DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS EN BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA POR ORIENTACIÓN

ORIENTACIÓN EN RECURSOS GENÉTICOS

SESIÓN	CLAVE	CURSOS	CRÉDITOS	HORAS/ SEMANA
Primavera I	BIO-612	Biología Molecular	3	4.5
	BIO-611	Genética Avanzada	3	3.0
	BIO-641	Métodos Estadísticos Aplicados	4	7.5
	BIO-601	Seminario I	1	1.5
		Inglés	0	
Verano I	BIO-613	Métodos de Biología Molecular	3	18.0
Otoño I	BIO-621	Marcadores Genético Moleculares	4	7.0
	BIO-631	Recursos Genéticos Vegetales	3	5.0
	BIO-632	Etnobotánica Avanzada	4	6.0
	BIO-602	Seminario II	1	1.5
		Inglés	0	
Primavera II		Elegible	3-4	3.0-7.0
	BIO-699	Investigación	3	SCF ¹
Verano II	BIO-662	Problema especial	1-2	6.0
	BIO-699	Investigación	3	SCF
Otoño II	BIO-699	Investigación	4	SCF

¹ SCF = Se califica al final

ORIENTACIÓN EN INGENIERÍA GENÉTICA

SESIÓN	CLAVE	CURSOS	CRÉDITOS	HORAS/ SEMANA
Primavera I	BIO-612	Biología Molecular	3	4.5
	BIO-614	Biología Celular	3	3.0
	BIO-615	Bioquímica Vegetal	3	3.0
	BIO-601	Seminario I	1	1.5
		Inglés	0	
Verano I	BIO-613	Métodos de Biología Molecular	3	18
Otoño I	BIO-622	Ingeniería Genética de Plantas	4	5.0
	HOR-626	Cultivo de Células y Tejidos	4	5.0
	BIO-623	Biología Molecular de Plantas	3	4.5
	BIO-602	Seminario II	1	1.5
		Inglés	0	
Primavera II		Elegible	3-4	3.0-7.0
	BIO-699	Investigación	3	SCF ¹
Verano II	BIO-662	Problema especial	1-2	6.0
	BIO-699	Investigación	3	SCF
Otoño II	BIO-699	Investigación	4	SCF

¹ SCF = Se califica al final

ORIENTACIÓN EN MEJORAMIENTO GENÉTICO ASISTIDO

SESIÓN	CLAVE	CURSOS	CRÉDITOS	HORAS/ SEMANA
Primavera I	BIO-612	Biología Molecular	3	4.5
	BIO-611	Genética Avanzada	3	3.0
	BIO-641	Métodos Estadísticos Aplicados	4	7.5
	BIO-601	Seminario I	1	1.5
		Inglés	0	
Verano I	BIO-613	Métodos de Biología Molecular	3	18
Otoño I	BIO-621	Marcadores Genético Moleculares	4	7.0
	BIO-624	Mejoramiento Genético Asistido	4	5.0
	BIO-642-	Estadística Genómica	3	5.0
	BIO-602	Seminario II	1	1.5
		Inglés	0	
Primavera II		Elegible	3-4	3.0-7.0
	BIO-699	Investigación	3	SCF ¹
Verano II	BIO-662	Problema especial	1-2	6.0
	BIO-699	Investigación	3	SCF
Otoño II	BIO-699	Investigación	4	SCF

¹ SCF = Se califica al final

CRÉDITOS MÍNIMOS TOTALES: 41 créditos

NOTA: Además de los cursos obligatorios, cada estudiante deberá acreditar las optativas necesarias para cubrir al menos los créditos mínimos, preferentemente antes de la sesión de verano del segundo año.

PLAN DE ESTUDIOS POR ORIENTACIÓN

CLAVE	NOMBRE	CARÁCTER ¹	TIPO ²	PERIODO ³	CRÉDITOS
ORIENTACIÓN EN RECURSOS GENÉTICOS					
BIO 612	BIOLOGÍA MOLECULAR	OB	T	P	3
BIO 611	GENÉTICA AVANZADA	OB	T	P	3
BIO 641	MÉTODOS ESTADÍSTICOS APLICADOS	OB	T y P	P	4
BIO 601	SEMINARIO I	OB	T	P	1
BIO 613	MÉTODOS DE BIOLOGÍA MOLECULAR	OB	P	V	3
BIO 621	MARCADORES GENÉTICO MOLECULARES	OB	T y P	O	4
BIO 631	RECURSOS GENÉTICOS VEGETALES	OB	T y P	O	3
BIO 632	ETNOBOTÁNICA AVANZADA	OB	T	O	4
BIO 602	SEMINARIO II	OB	T	O	1
	ELEGIBLE	OP		P o V	3-4
BIO 662	PROBLEMA ESPECIAL	OP	T y P	P o V	1-2
BIO 699	INVESTIGACIÓN	OB	T y P	P,V,O	10
	INGLES TOEFL	OB	T	P y O	-
ORIENTACIÓN EN INGENIERÍA GENÉTICA					
BIO 612	BIOLOGÍA MOLECULAR	OB	T	P	3
BIO 614	BIOLOGÍA CELULAR	OB	T	P	3
BIO 615	BIOQUÍMICA VEGETAL	OB	T	P	3
BIO 601	SEMINARIO I	OB	T	P	1
BIO 613	MÉTODOS DE BIOLOGÍA MOLECULAR	OB	P	V	3
HOR 626	CULTIVO DE CÉLULAS Y TEJIDOS	OB	T y P	O	4
BIO 622	INGENIERÍA GENÉTICA DE PLANTAS	OB	T y P	O	4
BIO 623	BIOLOGÍA MOLECULAR DE PLANTAS	OB	T	O	3
BIO 602	SEMINARIO II	OB	T	O	1
	ELEGIBLE	OP		P o V	3-4
BIO 662	PROBLEMA ESPECIAL	OP	T y P	P o V	1-2
BIO 699	INVESTIGACIÓN	OB	T y P	P,V,O	10
	INGLES TOEFL	OB	T	P y O	-
ORIENTACIÓN EN MEJORAMIENTO GENÉTICO ASISTIDO					
BIO 612	BIOLOGÍA MOLECULAR	OB	T	P	3
BIO 611	GENÉTICA AVANZADA	OB	T	P	3
BIO 641	MÉTODOS ESTADÍSTICOS APLICADOS	OB	T y P	P	4
BIO 601	SEMINARIO I	OB	T	P	1
BIO 613	MÉTODOS DE BIOLOGÍA MOLECULAR	OB	P	V	3
BIO 621	MARCADORES GENÉTICO MOLECULARES	OB	T y P	O	4
BIO 624	MEJORAMIENTO GENÉTICO ASISTIDO	OB	T y P	O	4
BIO 642	ESTADÍSTICA GENÓMICA	OB	T y P	O	3
BIO 602	SEMINARIO II	OB	T	O	1
	ELEGIBLE	OP		P o V	3-4
BIO 662	PROBLEMA ESPECIAL	OP	T y P	P o V	1-2
BIO 699	INVESTIGACIÓN	OB	T y P	P,V,O	10
	INGLES TOEFL	OB	T	P y O	-
CURSOS OPTATIVOS					
BIO 625	BIOMETEOROLOGÍA	OP	T y P	P	3
BIO 643	BIOINFORMÁTICA Y GENÓMICA	OP	T	V	3
BIO 633	EVOLUCIÓN MOLECULAR	OP	T	V	3
BIO 661	LEGISLACIÓN Y BIOSEGURIDAD	OP	T	P	3
BIO 662	PROBLEMAS ESPECIALES	OP	T y P	P, V	2

¹ Carácter: obligatoria (OB) y optativa (OP); ² Tipo: teórico (T) y práctico (P); ³ Periodo: Primavera (P), Verano (V) y Otoño (O).

XI. REQUISITOS DE PERMANENCIA Y FORMAS DE OBTENCIÓN DEL GRADO

Una asignatura de posgrado se acredita como aprobada si el estudiante obtiene una calificación mínima de 80. El estudiante podrá obtener en sólo una asignatura durante su programa académico de estudios, una calificación menor que 80 pero igual o mayor que 70 en una escala de 0 a 100, siempre y cuando su promedio ponderado acumulado hasta la sesión en que ocurra este evento sea igual o mayor que 80, incluyendo la asignatura en cuestión.

Será obligatorio celebrar al menos una reunión semestral del estudiante con su Comité Asesor en pleno, con el fin de evaluar el avance de su programa académico, así como de su investigación de tesis, para lo cual se levantará un acta de esta; mediante esta acción la Coordinación de Estudios de Posgrado del Departamento de Fitotecnia estará enterada del avance de cada estudiante y el desempeño del Comité Asesor.

El estudiante deberá adquirir la habilidad para leer literatura científica en inglés. Por lo mismo, será necesario mediante un comprobante oficial un puntaje mínimo del TOEFL de 450 puntos conforme al Reglamento General de Estudios de Posgrado.

Para que el estudiante pueda tramitar la obtención del grado, deberá escribir un documento de tesis aprobado y aceptado por su Comité Asesor, donde reporte el resultado de su investigación; presentar un artículo científico, y presentar su examen de grado ante su jurado examinador.

Sujeto a análisis y por recomendación por escrito del Comité Asesor, después de los dos años escolares, el estudiante podrá disponer de una prórroga de hasta seis meses para la obtención del grado. Si el estudiante no se gradúa en los periodos previamente referidos, se extenderá su baja definitiva.

XII. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Con el propósito de integrar líneas de investigación coherentes con la problemática del país, la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma Chapingo, planteó desde el 2010 la elaboración de un diagnóstico que le permitiera definir el camino de la investigación a corto plazo, trabajo que fue finalizado en 2012 y del que se derivaron los siguientes temas estratégicos prioritarios de investigación:

- a. Recursos genéticos
- b. Inocuidad alimentaria
- c. Extensionismo y gestión de la innovación
- d. Agricultura alternativa
- e. Soberanía alimentaria
- f. Energías alternas
- g. Cambio climático y administración de riesgos
- h. Modelos alternativos de educación y capacitación comunitaria

Bajo estas circunstancias, y atendiendo a la problemática de la producción agrícola del país, la Coordinación de Estudios de Posgrado de Fitotecnia acordó resumir su propuesta para la Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola en las siguientes líneas de investigación:

1. Recursos genéticos

Fundamentación

Con el desarrollo de este programa de investigación, se aplicará en el campo de los recursos naturales, la tecnología de los marcadores moleculares y biotecnológicas para la caracterización genómica de los principales recursos fitogenéticos originarios de México; realizando investigación básica y aplicada en especies como maíz, frijol, calabaza, chile, tomate, nopal, agave, algunas plantas ornamentales y forestales. Así mismo, es factible abordar otras temáticas basadas en las mismas estrategias, como el estudio y caracterización genómica de fitopatógenos asociados a dichos cultivos.

Objetivo

Aplicar técnicas moleculares y biotecnológicas para el estudio, caracterización y preservación de los recursos genéticos de plantas cultivadas y silvestres de México y de algunos patógenos asociados.

Metas

Conservar la variación fitogenética con que cuenta nuestro país, con fines de generar estrategias más eficientes para el uso de germoplasma y proveer a los programas de mejoramiento genético de fuentes de genes para su incorporación en nuevas selecciones o variedades, creando de este modo cultivares con atributos requeridos de acuerdo con los objetivos específicamente precisados.

Metodología

La investigación de esta área demanda de metodologías de naturaleza muy variada. Por ejemplo, es necesaria la colecta de germoplasma representativo o selectivo, así como la implementación de la conservación de los recursos, estudios citogenéticos, anatómicos y morfológicos para indagar sobre sus procesos evolutivos. Es necesario desarrollar investigación a nivel molecular mediante técnicas de marcadores genético- moleculares que apoyen la caracterización y tipificación de cultivos de importancia. Además, es indispensable el estudio de laboratorio para determinar sus propiedades nutricionales, fitoquímicas y farmacológicas.

Tópicos específicos

- a. Exploración de germoplasma
- b. Bancos de germoplasma
- c. Evaluación de germoplasma
- d. Estudios citogenéticos, moleculares, morfológicos del germoplasma
- e. Genética estadística
- f. Citogenética
- g. Obtención de cultivares
- h. Variación genética

Profesores responsables

Dr. Jesús A. Cuevas Sánchez
Dr. Miguel, Ángel Serrato Cruz
Dra. María del Rosario García Mateos
Dr. Rafael del Sagrado Corazón Ortega Paczka
Dr. Alejandro F. Barrientos Priego

2. Ingeniería genética y cultivo *in vitro* de plantas

Fundamentación

El área de ingeniería genética ha adoptado una gran variedad de técnicas y metodologías reportadas por otros laboratorios, que han permitido resolver problemas biológicos de tipo básico o aplicado en diferentes disciplinas del conocimiento agronómico en la UACH. Esta línea realizará investigación integral y detallada sobre aspectos biológicos, fisiológicos, genéticos, bioquímicos y moleculares de las plantas, cuyos resultados permitan un mayor conocimiento y entendimiento de los procesos y fenómenos involucrados en su comportamiento, desarrollo y reproducción.

Objetivo

1. Desarrollar e implementar investigación en Ingeniería Genética, de manera interdisciplinaria con las diversas áreas y especialidades de la agricultura que tienen cabida en la Universidad.
2. Estudiar y desarrollar metodologías *in vitro* aplicadas a la micropropagación, regeneración y mejoramiento de plantas.

Metas

Desarrollo y aplicación de metodologías biotecnológicas viables para obtener, prioritariamente protocolos para el cultivo de tejidos *in vitro* de plantas de importancia científica y/o socioeconómica que permitan apoyar los programas de producción agrícola y mejoramiento genético, pero particularmente la producción de plantas transformadas mediante la ingeniería genética que sean de un potencial superior productivo y adaptativo.

Metodología

El grado de intervención del investigador es importante en el desarrollo de los fenómenos en estudios biotecnológicos. En tanto que gran parte del trabajo experimental, busca crear las condiciones artificiales, físicas y químicas, que aseguren el desarrollo vegetal en el caso de cultivo *in vitro*, para el caso de transformación genética que en varias ocasiones va de la mano con el cultivo *in vitro*, se requiere un fuerte conocimiento en Química, Bioquímica, Genética, Fisiología, Nutrición, Anatomía y Estadística.

Tópicos específicos

- a. Propagación *in vitro*
- b. Producción de plantas libres de patógenos
- c. Transformación de plantas resistentes a factores adversos
- d. Transferencia de genes con utilidad biotecnológica en ornamentales.
- e. Identificar genes de interés agronómico

Profesores responsables

Dr. José Oscar Mascorro Gallardo
Dr. José Luis Rodríguez de la O.
Dr. Agustín de Jesús López Herrera
Dr. Juan P. Legaría Solano

3. Mejoramiento genético asistido

Fundamentación

En la actualidad la información sobre los genomas de las plantas se está acumulando rápidamente y las ciencias de la estadística y computación son necesarias para manejar y analizar la masiva cantidad de información mediante la generación y perfeccionamiento de paquetes estadísticos, diseño de bases de datos, gráficas y animación. Será necesario también el análisis de la composición física de los genomas mediante la generación de mapas y el análisis de secuencias de nucleótidos y aminoácidos.

Objetivos

Integrar el estudio de las disciplinas tradicionales como la citología, la genética mendeliana, la genética cuantitativa, la genética de poblaciones y la genética molecular con la nueva tecnología de la informática en el desarrollo de variedades mejoradas de plantas y caracterización de recursos filogenéticos.

Impulsar el desarrollo agrícola a través de investigación que utilice técnicas moleculares novedosas y eficientes que permitan resolver, a corto y mediano plazo, problemas propios del fitomejoramiento; y a su vez, formar investigadores con un perfil agronómico-biológico capaces de integrar y aplicar ambas áreas del conocimiento.

Meta

Integración de los conocimientos de la biología molecular con los del mejoramiento genético clásico para la obtención de variedades mejoradas.

Metodología

Aplicar las tecnologías de marcadores genético-moleculares para tipificar y seleccionar genotipos a partir de variedades o líneas de plantas, así como de especies nativas, para hacer más eficiente la selección de individuos progenitores en un programa de mejoramiento genético de plantas para la generación de nuevas variedades a corto plazo.

Tópicos

- a. Caracterización de colectas silvestres con potencial agronómico para programas de mejoramiento genético de plantas.
- b. Identificación de plantas silvestres con resistencia a factores adversos.
- c. Generación de progenitores con resistencia a factores adversos.
- d. Caracterización para protección varietal de líneas y variedades.

Profesores responsables

Dr. Aureliano Peña Lomelí
Dr. Juan. Enrique Rodríguez Pérez
Dra. Margarita Gisela Peña Ortega
Dr. Carlos Leopoldo Cántora González
Dr. Natanael Magaña Lira

XIII. SINOPSIS DE ASIGNATURAS

BIO 601 SEMINARIO I

Carácter: Obligatoria
Tipo: Teórico
Prerrequisitos: Ninguno
Profesores responsables: Dr. Juan Martínez Solís
Créditos: 2.25
Sesión: Primavera

Tópicos principales: El método científico. Ciencia básica versus ciencia aplicada. El proyecto de investigación. La investigación no termina hasta que se publica. La tesis. Búsqueda de información bibliográfica.

BIO 602 SEMINARIO II

Carácter: Obligatoria
Tipo: Teórico - Práctico
Prerrequisitos: BIO-601 Seminario I
Profesor responsable: Dr. Miguel Ángel Serrato Cruz
Créditos: 2.25
Sesión: Otoño

Tópicos principales: Formas de expresión oral. Eventos de comunicación oral. Preparación de presentaciones orales.

BIO 611 GENÉTICA AVANZADA

Carácter: Obligatoria
Tipo: Teórico
Prerrequisitos: Ninguno
Profesores responsables: Dra. M. Gisela Peña Ortega y Dr. Aureliano Peña Lomelí
Créditos: 4.5
Sesión: Primavera

Tópicos principales: Genética mendeliana. Bases cromosómicas de la herencia. Estructura genética de las poblaciones. Introducción a la herencia poligénica.

BIO 612 BIOLOGÍA MOLECULAR

Carácter: Obligatoria
Tipo: Teórico
Prerrequisitos: Ninguno
Profesores Responsables: Dr. Juan Porfirio Legaria Solano
Créditos: 4.5
Sesión: Primavera

Tópicos principales: Introducción a la biología molecular. Estructura de los ácidos nucleicos. Topología y replicación del DNA. Elementos extracromosomales. Transcripción. Traducción. Regulación de la expresión de genes. Análisis genético. La célula eucarionte y sus compartimentos. Control de la expresión genética en eucariontes. ADN cromosómico y su empaquetamiento. El genoma de los cloroplastos y de las mitocondrias. Mecanismos moleculares de mutación y reparación. Introducción de la ingeniería genética y la geonómica.

BIO 613 MÉTODOS DE BIOLOGÍA MOLECULAR

Carácter: Obligatorio
Tipo: Práctico

Prerrequisitos: Biología Molecular, Biología Celular y Bioquímica
Profesores responsables: Dr. Oscar Mascorro Gallardo y Dr. Juan Porfirio Legarías Solano
Créditos: 7.5
Sesión: Verano

Tópicos principales: Laboratorio de biología molecular. Purificación de macromoléculas. Electroforesis. Transformación genética. Mecanismos para comprobar la transformación genética.

BIO 615 BIOQUÍMICA VEGETAL

Carácter: Obligatoria
Tipo: Teórico
Prerrequisitos: Química. Química orgánica
Profesor responsable: Dra. María del Rosario García Mateos
Créditos: 4.5
Sesión: Otoño

Tópicos principales: Metabolismo de proteínas. Metabolismo de carbohidratos. Metabolismo de lípidos. Nucleótidos y ácidos nucleicos. Bioenergética y transporte celular. Metabolismo energético. Introducción al metabolismo secundario. Metabolismo de hormonas.

BIO 641 MÉTODOS ESTADÍSTICOS APLICADOS

Carácter: Obligatoria
Tipo: Teórico-práctico
Prerrequisitos: Álgebra, Cálculo Diferencial e Integral, Geometría.
Profesor responsable: Dr. Juan Enrique Rodríguez Pérez, Dr. Luis Fernando Contreras Cruz
Créditos: 7.5
Sesión: Primavera

Tópicos principales: Introducción a los métodos estadísticos. Medidas de tendencia central, de dispersión y de asociación. Principios de probabilidad. Variables aleatorias y sus distribuciones. Distribuciones teóricas especiales. Distribuciones derivadas del muestreo. Estimación. Pruebas de hipótesis. Análisis de regresión y correlación. Diseño experimental completamente al azar. Diseño experimental de bloques completos al azar. Comparaciones múltiples de medias. Experimentos factoriales. Análisis de covarianza. Pruebas no paramétricas para los diseños completamente al azar y bloques completos al azar.

BIO 699 INVESTIGACIÓN

Carácter: Obligatoria
Tipo: Teórico-práctico
Prerrequisitos: Prerrequisitos
Profesor responsable: Director de Tesis
Créditos: De 9 a 21
Sesión: En todas

Tópicos principales: Elaboración, organización, ejecución y escritura, del proyecto de investigación, por parte del alumno con guía y supervisión del Comité Asesor. Acreditación de la tesis. Escritura del artículo científico. Requisitos fundamentales para acceder al examen oral.

BIO 614 BIOLOGÍA CELULAR

Carácter: Optativa

Tipo: Teórico

Prerrequisitos: Bioquímica y Genética

Profesores responsables: Dr. José Oscar Mascorro Gallardo

Créditos: 4.5

Sesión: Primavera

Tópicos principales: Introducción a la biología celular. Métodos de análisis celular. Organización celular. Estructura y comunicación celular. Señalización en células eucariontes. División celular, control del ciclo celular y meiosis. Tráfico intracelular. Muerte celular programada.

BIO 621 MARCADORES GENÉTICOS MOLECULARES

Carácter: Optativa

Tipo: Teórico-Práctico

Prerrequisitos: Biología Molecular, Biología Celular y Bioquímica

Profesores responsables: Dr. Juan Porfirio Legaria Solano.

Créditos: 7.5

Sesión: Primavera u otoño

Tópicos principales: Introducción. Marcadores bioquímicos. Marcadores genéticos. Manipulación del DNA para la detección de huellas genómicas. Estrategias para la obtención de huellas genómicas. Huellas de RNA. Análisis e interpretación de las huellas del DNA. Temas selectos.

BIO 622 INGENIERÍA GENÉTICA DE PLANTAS

Carácter: Optativa

Tipo: Teórico

Prerrequisitos: Biología Molecular, Bioquímica y Genética

Profesor responsable: Dr. José Oscar Mascorro Gallardo

Créditos: 7.5

Sesión: Otoño

Tópicos principales: Técnicas básicas del ADN recombinante. Clonación de genes de utilidad biotecnológica. Producción de plantas transgénicas. Regulación de la expresión de los transgenes. Sistemas de selección de células y tejidos transformados. Transformación de organelos. Análisis de casos particulares de plantas transgénicas. Problemas y soluciones en el uso de organismos transgénicos.

BIO 623 BIOLOGÍA MOLECULAR DE PLANTAS

Carácter: Optativa

Tipo: Teórico

Prerrequisitos: Biología Molecular

Profesor responsable: Dr. Juan Porfirio Legaria Solano

Créditos: 6.75

Sesión: Otoño

Tópicos principales: El genoma de las plantas. Particularidades estructurales de los genes de plantas. Regulación de la expresión génica en plantas. Hormonas vegetales. Biología molecular de procesos biológicos. Control molecular del desarrollo. Comunicación molecular en las interacciones entre plantas y patógenos microbianos. Bases moleculares de los mecanismos de fijación de nitrógeno. Virus de plantas. Sistemas biológicos.

BIO 624 MEJORAMIENTO GENÉTICO ASISTIDO

Carácter: Optativa

Tipo: Teórico-práctico

Prerrequisitos: Seminario I

Profesores responsables: Dr. Carlos Leopoldo Cíntora González

Créditos: 7.5

Sesión: Otoño

Tópicos principales: Genotecnia vegetal y antecedentes en México. Variabilidad genética y desarrollo de poblaciones por hibridación. Principios teóricos de la selección. Métodos de selección recurrente. Hibridación. Desarrollo de variedades mejoradas por ingeniería genética. Principios del análisis de QTLs con marcadores moleculares. Mejoramiento genético asistido con marcadores moleculares.

BIO 626 CULTIVO DE CÉLULAS Y TEJIDOS

Carácter: Optativa

Tipo: Teórico-práctico

Prerrequisitos: Genética vegetal, Fisiología, Bioquímica. Anatomía y Morfología de plantas

Profesor responsable: Dr. José Luis Rodríguez de la O.

Créditos: 7.5

Sesión: Primavera u otoño

Tópicos principales: La historia del cultivo *in vitro* de células y tejidos vegetales. Terminología usada para cultivo de tejidos vegetales y Biotecnología. La contaminación *in vitro*. Características de los medios de cultivo. Las condiciones de incubación. La propagación clonal *in vitro*. La obtención de plantas libres de patógenos. Las técnicas *in vitro* aplicadas al mejoramiento genético. Establecimiento de bancos de germoplasma *in vitro* y criopreservación. Obtención de metabolitos secundarios. Perspectivas de las técnicas *in vitro* a futuro

BIO 631 RECURSOS GENÉTICOS VEGETALES

Carácter: Optativa

Tipo: Teórico-Práctico

Prerrequisitos: Genética Avanzada.

Profesor responsable: Dr. Rafael Ortega Paczka

Créditos: 7.5

Sesión: Otoño

Tópicos principales: Introducción. Conceptos básicos. Centros de origen y diversidad de plantas cultivadas con énfasis en Mesoamérica. Conservación de recursos filogenéticos. Recolecta e intercambio entre bancos de germoplasma. Caracterización, evaluación y estudios de la estructura de la diversidad. Manejo de información. Utilización. Normas políticas e instituciones sobre recursos filogenéticos a nivel nacional e internacional. Ejemplos de estudios de recursos filogenéticos y su aplicación en mejoramiento genético y en la producción.

BIO 633 EVOLUCIÓN MOLECULAR

Carácter: Optativa

Tipo: Teórico

Prerrequisitos: Biología Molecular

Profesor responsable: Dr. José Oscar Mascorro Gallardo

Créditos: 4.5

Sesión: Verano

Tópicos principales: El origen de la vida. Darwin y el neodarwinismo. Cambio evolutivo en las secuencias de nucleótidos. Patrones y tasas de sustitución de nucleótidos. Filogenética molecular. Duplicación génica, bricolaje de exones y evolución concertada. Evolución por transposición. Evolución de genomas. Análisis del genoma y aplicaciones.

BIO 642 ESTADÍSTICA GENÓMICA

Carácter: Optativa

Tipo: de curso Teórico-práctico

Prerrequisitos: Métodos Estadísticos Aplicados

Métodos de Biología Molecular y Biología Celular

Profesor responsable: Dr. Carlos Leopoldo Cántora González

Créditos: 7.5

Sesión: Primavera

Tópicos principales: Conceptos de estadística y probabilidad. Modelo de un solo locus. Modelo de dos loci. Modelo de múltiples loci. Detección de genes mayores. Análisis de QTLs. Análisis de huellas genómicas.

BIO 643 BIOINFORMÁTICA Y GENÓMICA

Carácter: Optativa

Tipo: Teórico

Prerrequisitos: Biología Molecular y Métodos Estadísticos

Profesores responsables: Dr. José Oscar Mascorro Gallardo

Créditos: 4.5

Sesión: Verano

Tópicos principales: Caracterización morfológica y molecular de germoplasma vegetal, con el auxilio del análisis multivariante que implica la construcción de la matriz básica de datos, estimación de la similitud/disimilitud y agrupamientos.

BIO 661 LEGISLACIÓN Y BIOSEGURIDAD

Carácter: Optativa

Tipo: Teórico

Prerrequisitos: Recursos Genéticos Vegetales

Profesores responsables: Dr. Agustín López Herrera

Créditos: 4.5

Sesión: Verano

Tópicos principales: Introducción. Marco jurídico. Recursos fitogenéticos. Propiedad intelectual. Biotecnología. Bioseguridad. Protocolo de Cartagena. Salud humana y otros temas relacionados.

BIO 662 PROBLEMAS ESPECIALES

Carácter: Optativa

Tipo: Teórico, práctico o teórico-práctico.

Prerrequisito: autorización del Comité asesor.

Profesores responsables: Profesores de programas de posgrado.

Créditos: 1-3.

Sesión: En todas.

Tópicos principales: Actividades sobre temas específicos que permiten personalizar el programa de cada estudiante y profundizar en aspectos no cubiertos por los cursos

monográficos o seminarios. Los cursos tomados en otras instancias y las estancias de investigación podrán recibir créditos por esta alternativa.

XIV. RESUMEN DEL *Curriculum vitae* DEL PERSONAL ACADÉMICO

PROFESORES DEL NÚCLEO BÁSICO ACADÉMICO

DR. BARRIENTOS PRIEGO ALEJANDRO FACUNDO - SNI Nivel II

Ingeniero Agrónomo especialista en Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, México, 1985. Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Montecillos, México (1990). Doctorado, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México (1998).
Área de investigación: Mejoramiento genético, Recursos fitogenético, propagación de frutales.

DR. CARLOS CÍNTORA GONZÁLEZ LEOPOLDO

Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, México 1984. Maestría en Ciencias, Colegio de Posgraduados 1997, Doctorado en en la University of Guelph, Canadá 2007.
Área de Investigación: Recursos fitogenéticos, estadística genómica.

DR. CUEVAS SÁNCHEZ JESÚS AXAYACATL SNI Nivel I

Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, México 1980. Maestría en Ciencias en Botánica. Colegio de Posgraduados, Doctorado en Ciencias en Genética Vegetal. Colegio de Posgraduados.
Área de Investigación: Etnobotánica, Recursos fitogenéticos.

DRA. GARCÍA MATEOS MA. DEL ROSARIO. SNI Nivel II

Licenciado en Química de la Universidad Autónoma de Puebla, México, 1977. Maestría Ciencias Químicas en la Facultad de Química de la UNAM, México, 1987. Doctorado en Ciencias en el Colegio de Postgraduados, México, 1997
Área de Investigación: Fitoquímica.

DR. LEGARIA SOLANO JUAN PORFIRIO SNI Nivel I

Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, México, 1986. Maestría en Ciencias en Biotecnología. Universidad Autónoma de México en 1993. Doctorado en Ciencias en Biotecnología. Universidad Autónoma de México en 1998.
Áreas de Investigación: Biología molecular de la osmorregulación en especies hortícolas y cereales, Ingeniería genética de la tolerancia al estrés hídrico en amaranto, caracterización de variedades mediante marcadores moleculares.

DR. MASCORRO GALLARO JOSÉ OSCAR

Ingeniero Agrícola con orientación en Agroecosistemas, UNAM en 1986. Maestría en Ciencias en Genética. Colegio de Posgraduados en 1990. Doctorado en Ciencias en Biotecnología. Universidad Autónoma de México en 2000.
Áreas de Investigación: Biología molecular de la trehalosa en las plantas, Ingeniería genética de plantas ornamentales, flujo de genes entre maíz transgénico y no transgénico.

DR. RODRIGUEZ PÉREZ JUAN ENRIQUE SNI Nivel II

Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo (1984). Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados (1990). Doctor en Ciencias, Colegio de Postgraduados. Centro de Genética (2001).
Áreas de Investigación: Genotecnia de hortalizas, tecnología de producción de germoplasma y mejoramiento genético de jitomate.

DR. SERRATO CRUZ MIGUEL ÁNGEL SNI Nivel II

Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo (1980), Maestría en Ciencias en Genética. Colegio de Posgraduados (1985), Doctorado en Ciencias en Genética. Colegio de Posgraduados (1999).

Áreas de Investigación: Aprovechamiento del recurso genético Tagetes, Evolución de Tagetes.

PhD. PEÑA ORTEGA MARGARITA GISELA

Ingeniera Agrícola con orientación en Agroecosistemas. UNAM (1982), Maestría en Ciencias en Genética. Colegio de Posgraduados (1986), Doctora en Filosofía - Mejoramiento de Plantas. Universidad de Guelph, Canadá (2000).

Áreas de Investigación: Mejoramiento genético asistido de cultivos básicos, hortalizas y ornamentales.

DR. RODRÍGUEZ DE LA O. JOSÉ LUIS

Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Maestría en Ciencias en Botánica. Colegio de Posgraduados (1995), Doctor en Ciencias en Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (2000).

Áreas de Investigación: Cultivo de tejidos vegetales *in vitro* e Ingeniería genética.

DR. MAGAÑA LIRA NATANAEL SNI Nivel I

Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo (2002), Maestría en Ciencias en Horticultura, Universidad Autónoma Chapingo (2006), Doctor en Ciencias en Horticultura, Universidad Autónoma Chapingo (2019).

Áreas de Investigación: Endogamia y heterosis en tomate de cáscara. Sistemas de producción de hortalizas en agricultura protegida.

DR. LUIS FERNANDO CONTRERAS CRUZ SNI Nivel I

Licenciado en Matemáticas, Universidad Autónoma de Tabasco, (2002). Maestría en Ciencias con especialidad en Probabilidad y Estadística, Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), México (2006). Doctorado en Ciencias Estadísticas, Colegio de Posgraduados (2013).

Áreas de investigación: Muestro estadístico, Modelos semiparamétricos e Inferencia Estadística.

PROFESORES COLABORADORES

DRA. VALADÉZ MOCTEZUMA ERNESTINA SNI Nivel I

Bióloga, Universidad Nacional Autónoma de México (1981). Maestra en Ciencias. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Méx. (1986). Doctora en Ciencias en Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (2000).

Áreas de Investigación: Generación de huellas genómicas y transformación genética de plantas.

PhD. LÓPEZ REYNOSO JOSÉ DE JESÚS

Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo Maestría en Ciencias en Genética. Colegio de Posgraduados (1990). Doctor en Filosofía en Agronomía. Universidad Estatal de IOWA (1997).

Áreas de Investigación: Mejoramiento genético de maíz amarillo y maíz dulce, Mejoramiento genético de maíz blanco y maíces pigmentados

DR. JUAN MARTÍNEZ SOLÍS

Ing. Agrícola con orientación en Agroecosistemas en la FES Cuautitlán, UNAM (1987). Maestro en Ciencias en Genética en el Colegio de Posgraduados (1996). Doctorado en Ciencias en Horticultura de la Universidad Autónoma Chapingo(2004).

Áreas de Investigación. Produccion y Tecnología de Semillas.

PhD. LÓPEZ HERRERA AGUSTÍN

Ingeniero Agrónomo especialista en Fitotecnia, Escuela Nacional de Agricultura, (1971). Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx. (1978). Doctorado. Texas A&M University, Texas, U.S.A. (1988).

Áreas de investigación: Tecnología de semillas y recursos fitogenéticos.

PhD. ORTEGA PACZKA RAFAEL SNI Nivel: I

Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia: Escuela Nacional de Agricultura-Universidad Autónoma Chapingo. (1971). Maestría en Ciencias: Colegio de Postgraduados, Botánica (1973). Doctorado en Agricultura: Instituto Pansoviético de Plantas "N. I. Vavilov". Leningrado, Unión Soviética. (1985).

Áreas de investigación: Recursos fitogenéticos de plantas cultivadas de interés a México.

DR. PEÑA LOMELÍ AURELIANO SNI Nivel I

Ingeniero Agrónomo especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo (1982). Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx. (1988). Doctorado, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx. (1997).

Áreas de Investigación: Genotecnia de hortalizas, tecnología de producción de germoplasma y mejoramiento genético de tomate de cáscara.