

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

PROPUESTA DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE NUEVA CREACIÓN:

DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES

Propuesto por la Comisión Académica de la DES de Ciencias Naturales para la elaboración del Programa Educativo del Doctorado

DES DE CIENCIAS NATURALES:

- **CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA (CEIB).**
- **CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS (CIB)**
- **CENTRO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL E INVESTIGACIÓN SIERRA DE HUAUTLA (CEAMISH)**
- **FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS (FCB)**

SEDE: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

Marzo del 2009

II. PRESENTACIÓN	5
III. JUSTIFICACIÓN	6
IV. FUNDAMENTACIÓN	8
IV.1. VINCULACIÓN DE LA PROPUESTA CON LAS POLÍTICAS EDUCATIVAS Y EL PLAN INSTITUCIONAL	8
IV.2. DESCRIPCIÓN BREVE DE ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.	9
IV.3. ORIGEN Y DESARROLLO HISTÓRICO DE LA DISCIPLINA.	9
IV.4. ESTUDIOS SOBRE EL CAMPO PROFESIONAL Y MERCADO DE TRABAJO.	10
IV.5. DATOS DE OFERTA Y DEMANDA EDUCATIVA.	11
IV.6. ANÁLISIS COMPARATIVO CON OTROS PLANES DE ESTUDIO.	12
V. OBJETIVOS CURRICULARES	16
V.1 OBJETIVO GENERAL:	16
V.2 OBJETIVOS TERMINALES:	16
VI. PERFIL DEL ALUMNO	16
VI.1 PERFIL DE INGRESO	16
VI.2 PERFIL DE EGRESO	16
VII- ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS	17
VII.1 EJES FORMATIVOS.....	17
VII. 2. CURSOS	17
VII.2.1. <i>Cursos obligatorios de elección</i>	17
VII.2.2. <i>Seminarios</i>	18
VII.2.3. <i>Trabajo de investigación</i>	19
VII.2.4. <i>Examen de candidatura</i>	20
VII.2.5. <i>Planta Académica del Doctorado en Ciencias Naturales (DCN)</i>	20
VII.3. VINCULACIÓN	21
VII.4 ASIGNACIÓN DEL SISTEMA DE CRÉDITOS.	21
VIII. MAPA CURRICULAR	23
IX. PROGRAMAS DE ESTUDIO	26
IX.1 CURSOS OBLIGATORIOS DE ELECCIÓN	26
XI. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE	46
XII. MECANISMOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO	50
XII.1. REQUISITOS DE INGRESO AL DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES.....	50
XII.3. REQUISITOS DE EGRESO	50
XII.4. REQUISITOS DE PERMANENCIA	51
XII.5. CAUSAS DE BAJA	51
XIII. TRANSICIÓN CURRICULAR	52
XIV. OPERATIVIDAD Y VIABILIDAD DEL PLAN.	52
XIV.1. ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN OPERATIVA.....	52
XIV.2. PROCESOS ADMINISTRATIVOS DEL DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES	55
XIV.2.1 <i>De la selección del tutor principal y estructura del proyecto de tesis</i>	55
XIV.2.2. <i>Procedimiento para la integración de Comités Tutorales y Evaluaciones Tutorales</i>	55
XIV.2.4. <i>De los profesores</i>	57
XIV.2.5. <i>Procedimiento para asignación de cursos optativos a profesores</i>	57
XIV.2.6. <i>Procedimiento para la resolución de apelaciones</i>	58
XIV.2.7. <i>Fuentes de financiamiento para su operación</i>	58

<i>XIV.3. RECURSOS HUMANOS</i>	58
<i>XIV.4. RECURSOS MATERIALES</i>	61
<i>XIV.5. RECURSOS FÍSICOS</i>	62
<i>XIV.6. ESTRATEGIAS DE DESARROLLO</i>	62
XV. SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR	63

Integrantes de la Comisión para la gestión académico-administrativa del Programa Educativo de Doctorado en Ciencias Naturales:

M. en C. Enrique Sánchez Salinas. Director de la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB)

Dra. Patricia Castillo España. Directora del Centro de Investigación en Biotecnología (CEIB)

M. en C. Víctor Manuel Mora Pérez. Director del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)

Dr. David Valenzuela Galván. Director del Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla (CEAMISH).

Integrantes de la Comisión Académica de la DES de CN que elaboraron el Programa Educativo del Doctorado en Ciencias Naturales:

PTC	Unidad Académica
Dr. Alejandro Flores Palacios	CEAMISH
Dra. Cristina Martínez Garza	CEAMISH
Dr. Efraín Tovar Sánchez	CEAMISH
Dra. Elizabeth Arellano Arenas	CEAMISH
Dr. Víctor Manuel Hernández Velázquez	CEIB
Dra. María del Carmen Gutiérrez Villafuerte	CEIB
Dra. María del Refugio Trejo Hernández	CEIB
Dr. José Luis Báez Viveros	CEIB
Dr. Juan Manuel Caspeta Mandujano	CIB
Dr. Héctor Quiroz Castelán	CIB
M. en C. Rubén Castro Franco	CIB
Dr. José Antonio Guerrero Enríquez	FCB

II. PRESENTACIÓN

Como consecuencia de la sobreexplotación de los recursos naturales se han generado diferentes problemas en la salud, el ambiente y el campo. Debido a esto, es prioritario preparar recursos humanos de alto nivel en el desarrollo de la investigación básica y aplicada relacionada con diversas áreas del conocimiento, y en particular con las Ciencias Naturales. Además, es indispensable generar y transferir tecnologías propias sustentadas en el conocimiento de frontera con carácter competitivo e innovador en las áreas de incidencia de las Dependencias de Educación Superior (DES) de Ciencias Naturales.

Con fundamento en esta premisa, la DES de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), propone la creación de un Programa Educativo (PE) de Doctorado en Ciencias Naturales (DCN). Este PE está orientado a la formación de investigadores de alto nivel en áreas multidisciplinarias como la Biotecnología, Evolución y Conservación de los Recursos Naturales. Este nuevo PE está sustentado principalmente por las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC's) que cultivan los Cuerpos Académicos (CA) de la DES.

La DES de Ciencias Naturales está conformada por las siguientes unidades académicas: Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla (CEAMISH), Centro de Investigación en Biotecnología (CEIB) y Facultad de Ciencias Biológicas (FCB). Esta integración de unidades ha permitido el fortalecimiento de una planta académica habilitada, contando con Profesores-Investigadores de Tiempo Completo (PTC's) con grado preferente y pertenencia al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Como resultado de un análisis colegiado entre estos PTC's, se identificaron fortalezas y sinergias, que nos permiten proponer un nuevo PE de DCN el cual cumple con los indicadores establecidos por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) para su ingreso al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC).

Este PE contempla la formación de recursos humanos en dos opciones terminales: a) Biotecnología y b) Biología Evolutiva y Conservación, como una alternativa de posgrado que reúne las características de desarrollo académico previstas por la Secretaría Académica y Dirección de Investigación y Posgrado de la UAEM. Además, fue elaborado conforme al documento "Lineamientos de Diseño y Reestructuración Curricular", aprobado por el H. Consejo Universitario de la UAEM en agosto de 1999.

El DCN tiene una duración de tres años (6 semestres) con antecedentes de maestría en áreas afines. Su estructura y organización se basa en un sistema tutorial con enfoque constructivista. Además, tiene como una de sus características fundamentales la flexibilidad curricular, lo que permite la movilidad de los estudiantes.

III. JUSTIFICACIÓN

El Programa Institucional de Desarrollo 2007-2013 de la UAEM (PIDE) ¹ señala que la Universidad, como parte de sus funciones sustantivas, debe fomentar un proyecto de generación y aplicación del conocimiento creativo, sustentado en el ingenio, capacidad y compromiso de los PTC's que la conforman. Con el propósito de fortalecerse a nivel nacional e internacional, este trabajo de investigación debe contemplar la vinculación social como una característica fundamental, a través de proyectos socioculturales, productivos, ambientales y de transferencia tecnológica.

El PIDE también precisa que es importante promover estudios regionales con un enfoque interdisciplinario, que aprovechen y articulen teorías y metodologías de diferentes disciplinas, con una perspectiva de análisis comparativo. Además, que estimulen la capacidad reflexiva y creativa para enfocarse en la percepción y objetivación de problemáticas locales, e incluso globales. Igualmente, es importante impulsar estrategias que propicien las discusiones teóricas y la interacción entre sus investigadores y sus grupos de investigación. La relevancia y perspectiva del trabajo de investigación de la UAEM debe buscar responder a qué queremos saber y para qué lo queremos saber. Respuestas que son individuales, pero también deben ser colectivas e institucionales.

En este contexto, es una prioridad para la DES de CN la construcción de un modelo de posgrado de calidad que eleve la productividad académica de la UAEM, basado en tres ejes: la calidad académica, la integración de escenarios de aprendizaje y la pertinencia en la construcción del conocimiento. Un modelo de posgrado que no solo busque la formación de recursos humanos y la investigación básica, sino también la aplicación del conocimiento a la sustentabilidad, con el compromiso de atender las demandas a nivel regional y nacional, buscando la pertinencia. Además, que sea particularmente cuidadoso con el seguimiento de la trayectoria de los estudiantes para asegurar la eficiencia terminal. Asimismo, que permita

¹ www.uaem.mx

aprovechar eficientemente el recurso humano y mantenga las peculiaridades de las LGAC's. La integración de este posgrado fortalece la colaboración entre unidades académicas de la DES de CN y permite la colaboración de PTC's de otras DES, para maximizar la capacidad de la infraestructura. Finalmente, nuestra propuesta ofrece condiciones de flexibilidad curricular y movilidad estudiantil, para promover una formación profesional multidisciplinaria que reconozca la necesidad de atender problemáticas sociales desde diferentes perspectivas.

Este PE fundamenta su creación en la capacidad de la planta académica que conforma la DES de CN, cuyos indicadores han evolucionado de manera positiva en años recientes, incrementándose el porcentaje de PTC's con reconocimiento de perfil deseable y los pertenecientes al SNI, así como su grado de habilitación y/o actualización. Los PTC's de la DES de CN en su mayoría se han organizado en Cuerpos Académicos que desarrollan diferentes líneas de investigación y han participado activamente en la planeación, autoevaluación y desarrollo de esta propuesta.

El DCN tiene relevancia y pertinencia, debido a que las Ciencias Naturales son fundamentales para el desarrollo y proyección que busca la UAEM en los procesos de mayor relevancia científica y tecnológica. Una gran diversidad de aplicaciones científicas sustentan su desarrollo en la integración de procesos biotecnológicos y su inserción en los diferentes sectores productivos: agropecuario, ambiental, alimentario y farmacéutico, entre otros. Asimismo, la investigación de frontera en Ciencias Naturales se enfoca al entendimiento y solución de las grandes problemáticas ambientales que enfrentamos actualmente como: la pérdida acelerada de la biodiversidad, el mantenimiento de los servicios ambientales y la mitigación de los efectos que el cambio climático global tendrá sobre los ecosistemas y la humanidad.

Es evidente que investigadores en el estudio de temas ambientales orientados a mejorar la calidad de vida, tendrán un amplio mercado laboral para desarrollar soluciones creativas y eficientes (e.g. estrategias para la conservación de la biodiversidad, diseño de proyectos de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, desarrollo de aplicaciones biotecnológicas, implementación y evaluación de proyectos para mantener y valorar correctamente la integridad ecológica de los sistemas naturales y con ello mantener los servicios ambientales, tales como la captura de carbono, recarga de acuíferos, producción de humus y biodiversidad, entre otros), que permitan minimizar el impacto antropogénico en la naturaleza y estimular el crecimiento sustentable de las naciones. Las Ciencias Naturales son un campo potencial de desarrollo para los egresados de este Posgrado. Es importante

mencionar que la docencia y la investigación en esta área del conocimiento se encuentra naturalmente vinculadas, lo que permite una formación integral de nuestros estudiantes, quienes se insertarán con facilidad a los sectores antes referidos.

IV. FUNDAMENTACIÓN

IV.1. Vinculación de la propuesta con las políticas educativas y el plan institucional.

En el contexto de la modernización de la estructura del Estado Mexicano, uno de los factores de mayor relevancia es el sector educativo. Con respecto a la Educación Superior, el Plan Sectorial de Educación 2007-2012² y el PIDE-UAEM 2007-2013 señalan que es fundamental atender los aspectos relacionados con la cantidad y calidad de los programas educativos, así como con su pertinencia en función de las demandas de la sociedad. Particularmente, la política de posgrado de la UAEM plantea ofrecer PE's que sean coherentes con las necesidades del Estado y se mantengan a la vanguardia en la generación del conocimiento de cada disciplina.

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 ahora y en sus generaciones futuras, sin comprometer la conservación de los ecosistemas. La población del país se ha duplicado en las últimas décadas y el consumo de bienes y servicios se ha triplicado, esto ha llevado a una profunda modificación de nuestra relación con el entorno natural. Por otro lado, hay signos alarmantes de desequilibrio ecológico: una pérdida anual de 500 mil hectáreas de cobertura vegetal, la sobreexplotación de la mitad de las cuencas hidrográficas y la contaminación del aire en las ciudades³. La grave modificación del hábitat hace mayor la necesidad de crear profesionales en el área de ciencias naturales que atiendan esta problemática.

El escenario más adecuado para desarrollar programas de educación superior y posgrado de calidad, que respondan a las demandas de la población en las áreas ambientales y biológicas, es el de las Universidades Públicas, por lo cual, es prioritario apoyarlas. En este sentido, el CONACYT y la SEP, como órganos federales evaluadores y proveedores de recursos económicos, han identificado que una de las dificultades para lograr un efectivo desarrollo y consolidación de los programas educativos de nivel superior y posgrado, es la

² Ley de Ciencia y Tecnología, capítulo VII artículo 42. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.

³ www.fao.org

desvinculación que existe con la planeación económica del país y sus regiones. El DCN atiende esta problemática mediante la preparación de cuadros profesionales, capaces de aportar proyectos pertinentes para la conservación de los recursos naturales y el desarrollo biotecnológico.

IV.2. Descripción breve de aspectos socioeconómicos.

El modelo de desarrollo nacional ha propiciado la reducción de la riqueza biológica promoviendo monocultivos, ganadería extensiva, paquetes tecnológicos para agrosistemas no sustentables, soslayando la importancia de la diversidad biológica. Como resultado de dichos impactos sociales y ambientales, se producen condiciones que caracterizan al subdesarrollo de nuestra sociedad, tales como: la disminución de la calidad de vida de grandes sectores de la población y el creciente deterioro de la naturaleza que les rodea. Como consecuencia, amplias áreas del país están erosionadas, las cuencas hidrológicas están contaminadas y la presión sobre los recursos naturales remanentes aumenta. Por lo anterior, es imprescindible formar doctores en el marco de la conservación de los recursos naturales, la biología evolutiva y el desarrollo biotecnológico que contribuyan a la búsqueda de alternativas sustentables de desarrollo para resolver aspectos de la problemática ambiental.

En el año 2020, se estima que la población mexicana ascenderá a 119.4 millones de habitantes que demandarán recursos y servicios ambientales en todos los sectores⁴. Por otro lado, de acuerdo con estimaciones del Instituto Nacional de Ecología, el país pierde casi 12% del producto interno neto que genera cada año por el agotamiento de sus recursos naturales. El Estado de Morelos no escapa a la problemática del crecimiento poblacional y, por lo tanto, al impacto de éste sobre sus ecosistemas. Por lo anterior, se considera prioritario contar en la UAEM con un programa de doctorado dirigido a enfrentar estos grandes retos, referidos a la conservación de los recursos naturales y desarrollo biotecnológico en México y el Estado de Morelos.

IV.3. Origen y desarrollo histórico de la disciplina.

La conservación de los recursos naturales es relativamente nueva, nace a mediados de los años 80's, basada en la necesidad y demanda social por conservar los recursos naturales como una medida para mantener las condiciones de vida del planeta. Desde entonces, esta área de

⁴ Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.

las ciencias biológicas se ha desarrollado de una manera vertiginosa, provocando cambios a nivel global en las políticas de aprovechamiento de los recursos naturales dadas por una movilización global a favor de la sustentabilidad como mecanismo que garantice la conservación de la biota en todos sus niveles. Esta preocupación parte de reconocer el impacto humano sobre los procesos ecológicos que mantienen la diversidad biológica. En este sentido, se ha hecho más evidente la necesidad de una educación básica en áreas de las Ciencias Naturales que permita entender y atender los problemas de conservación, y al mismo tiempo, promover estrategias de manejo a distintos niveles: social, biológico y biotecnológico.

Por otro lado, el uso de los recursos naturales para los sectores de salud, agropecuario y alimentario, a través de procesos biológicos tecnificados, conduce al surgimiento de la biotecnología, la cual se ha revolucionado a partir de la aparición de la biología molecular, la ingeniería genética y las técnicas de ADN recombinante. Actualmente, la biotecnología se define como una actividad multidisciplinaria cuyo sustento es el conocimiento de frontera generado en diversas disciplinas (la biología molecular, la bioquímica, la microbiología, la inmunología, la ingeniería química) que permiten el estudio integral y la manipulación de los sistemas biológicos (microorganismos, plantas y animales). En el ámbito de la salud, la biotecnología ha influido positivamente en la calidad de vida de las personas y ofrece nuevas oportunidades en las áreas de diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades y rehabilitación de los enfermos.

A partir del año 2000, la secuenciación del genoma humano impulsó el desarrollo de las ciencias genómicas. El estudio integral de los genomas de diversos organismos y de la manipulación de los sistemas biológicos, busca hacer un uso inteligente y respetuoso de la biodiversidad, mediante el desarrollo de tecnologías eficaces, limpias y competitivas, que faciliten la solución de problemas importantes en sectores tales como el de la salud, el agropecuario, el industrial y el del ambiente.

El PE que se presenta, incorpora todos estos conocimientos y tecnologías emergentes, manteniendo apertura para la incorporación de las nuevas tendencias y desarrollos científicos.

IV.4. Estudios sobre el campo profesional y mercado de trabajo.

El DCN tiene como propósito la formación de investigadores en esta área, buscando responder a las demandas sociales y tecnológicas, a través de la promoción del desarrollo sustentable y biotecnológico. El DCN ofrece una alternativa a los sistemas productivos y económicos actuales

con la formación de investigadores altamente calificados. Esto apoyará en forma significativa la calidad de los programas que sirven de sustento a proyectos de aplicación inmediata, demandados por instancias públicas, privadas y no gubernamentales, tales como: promoción del desarrollo sustentable, estudios de impacto, políticas de regulación ambiental y ordenamiento ecológico territorial, fomentando la investigación, con particular atención a la resolución de los problemas nacionales de interés comunitario.

El mercado de trabajo que puede satisfacer el egresado del DCN es muy amplio y va a depender de su área de especialización. Algunos sectores donde pueden incidir son: Salud, Agropecuario, Alimentario, Energético, Productos Químicos y el Ambiental.

IV.5. Datos de oferta y demanda educativa.

De acuerdo con datos del CONACYT (2008), existen 85 PE de maestría reconocidos en el PNPC con diferentes grados de consolidación en áreas afines al DCN (Tabla 1). Considerando que de cada uno de estos PE egresen en promedio 10 maestros en ciencias, se tendría un total de 850 egresados por año.

Tabla 1. Programas de Maestría en México en el área de las Ciencias Biológicas.

Institución	Nombre del programa	Estatus
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN	Maestría en Ciencias en la Especialidad de Biotecnología	Consolidado
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.	Maestría en Uso Manejo y Preservación de Los Recursos Naturales	Consolidado
El Colegio de La Frontera Sur	Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural	Consolidado
Instituto Politécnico Nacional	Maestría En Ciencias En Conservación y Aprovechamiento De Recursos Naturales	Consolidado
Universidad Autónoma de Aguascalientes	Maestría en Ciencias: Área de Biotecnología Vegetal o Área de Toxicología	Consolidado
Universidad Autónoma de Tlaxcala	Maestría en Ciencias Biológicas	Consolidado
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	Maestría en Biotecnología	Consolidado
Universidad Autónoma Metropolitana	Maestría en Biología	Consolidado
Universidad Autónoma Metropolitana	Maestría en Biología	Consolidado
Universidad de Guadalajara	Maestría en Ciencias en Procesos Biotecnológicos	Consolidado
Universidad de Guanajuato	Maestría en Ciencias (Biología)	Consolidado
Universidad de las Americas Puebla	Maestría en Biotecnología	Consolidado
Universidad Nacional Autónoma de México	Maestría en Ciencias Biológicas	Consolidado

Institución	Nombre del programa	Estatus
Universidad Autónoma de Queretaro	Posgrado en Recursos Bióticos	En Desarrollo
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	Maestría en Ciencias en Biodiversidad y Conservación	En Desarrollo
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	Maestría En Ciencias Ambientales	En Desarrollo
Universidad de Sonora Posgrado	Maestría En Biociencias	Reciente creación
Universidad Michoacana de San Nicolás De Hidalgo	Programa Institucional De Maestría En Ciencias Biológicas	Reciente creación
Universidad Politécnica de Pachuca	Maestría en Biotecnología	Reciente creación
Universidad Veracruzana	Maestría en Ecología Tropical	Reciente creación

El DCN cuenta con un total de 22 profesores en su Núcleo Básico, por lo que el PE tiene un potencial de ingreso de 20 estudiantes por año.

IV.6. Análisis comparativo con otros planes de estudio.

Entre los 1072 programas de posgrados de calidad vigentes en el país⁵ sólo el 3.82 % (n = 44) corresponden al área de las Ciencias Biológicas, de éstos, 24 son programas de Doctorado (Tabla 2) y 20 son programas de Maestría que se ofrecen en 26 diferentes Instituciones de Educación Superior (IES) de México. A nivel nacional, el posgrado en Biotecnología (maestría y doctorado) se ofrece en 6 IES y a nivel de la región Centro Sur de la ANUIES solo se oferta en 4 IES. El DCN que propone la UAEM, con las áreas terminales de Biotecnología y Biología Evolutiva y Conservación, no tiene paralelo alguno con los programas de posgrado que ahora se ofrecen a nivel nacional.

Los programas de doctorado relacionados con el área de las Ciencias Naturales son diversos (Tabla 2). De los programas hasta ahora registrados en el PNPC, ninguno de ellos considera en su plan de estudios la integración de la Biotecnología con la Biología Evolutiva y la Conservación, lo cual dificulta su análisis comparativo. El único programa que contempla parte de esta innovación es el Doctorado en Ciencias Ecología y Biotecnología Aplicada de la Universidad Veracruzana, dejando fuera la conservación. Cabe señalar que, este programa es de reciente creación. Para tener un comparativo de nuestro plan de estudios con los ya establecidos, consideraremos los más cercanos a éste: el Doctorado en Ciencias Ecología y Biotecnología Aplicada de la Universidad Veracruzana y el Doctorado en Ciencias Biológicas de la UAM (Tabla 3).

⁵ www.conacyt.gob.mx

Tabla 2. Programas de Doctorado en México en el área de las Ciencias Biológicas, consolidados (13), en desarrollo (2) y de reciente creación (9).

No.	CVE	Institución	Nombre del programa	Estatus	tipo
34	0186-0	Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C.	Doctorado en Ciencias (Ciencias Biológicas)	Consolidado	I
72	0670-0	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN	Doctorado en Ciencias en la Especialidad de Biotecnología	Consolidado	I
129	0433-0	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.	Doctorado en Ciencias en el Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales	Consolidado	I
177	0722-0	El Colegio de la Frontera Sur	Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable	Consolidado	I
411	1667-0	Universidad Autónoma de Aguascalientes	Doctorado en Ciencias Biológicas	Consolidado	I
481	0760-0	Universidad Autónoma de Nuevo León	Doctorado en Ciencias con Especialidad en Manejo de Recursos Naturales	Consolidado	I
560	000547	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Doctorado en Ciencias Ambientales	Consolidado	I
578	1931-0	Universidad Autónoma de Sinaloa	Doctorado en Biotecnología	Consolidado	I
630	1901-0	Universidad Autónoma del Estado de México	Maestría y Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales	Consolidado	I
799	0061-0	Universidad de Guanajuato	Doctorado en Ciencias (Biología)	Consolidado	I
873	1814-0	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Doctorado en Ciencias Biológicas	Consolidado	I
887	000210	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas	Consolidado	I
962	000291	Universidad Nacional Autónoma de México	Doctorado En Ciencias Biológicas	Consolidado	I
507	000443	Universidad Autónoma de Nuevo León	Doctorado en Ciencias Especialidad en Biotecnología	En Desarrollo	I
622	000652	Universidad Autónoma del Estado De Hidalgo	Doctorado en Ciencias en Biodiversidad Y Conservación	En Desarrollo	I
435	000504	Universidad Autónoma de Baja California	Doctorado en Ecología Molecular y Biotecnología	Reciente Creación	I
211	000640	Instituto de Ecología, A.C.	Doctorado en Ciencias	Reciente Creación	I
280	000821	Instituto Politécnico Nacional	Doctorado en Ciencias En Conservación Y Aprovechamiento de Recursos Naturales	Reciente Creación	I
475	000362	Universidad Autónoma de Coahuila	Doctorado en Biotecnología	Reciente Creación	I
588	000759	Universidad Autónoma de Tamaulipas	Doctorado En Medioambiente	Reciente Creación	I
763	000173	Universidad de Guadalajara	Doctorado en Ciencias en Biosistemática, Ecología Y Manejo de Recursos Naturales	Reciente Creación	I

No.	CVE	Institución	Nombre del programa	Estatus	tipo
845	000407	Universidad de Sonora	Y Agrícolas Posgrado Doctorado en Biociencias	Reciente Creación	I
1063	000722	Universidad Veracruzana	Doctorado en Ecología Tropical	Reciente Creación	I
1057	000751	Universidad Veracruzana	Doctorado en Ciencias Ecología y Biotecnología, con salida lateral de Maestría	Reciente Creación	I

Tabla 3. Comparación entre las actividades académicas y número de créditos entre el Doctorado en Ciencias Ecología y Biotecnología de la Universidad Veracruzana, el Doctorado en Ciencias Biológicas de la UAM y el Doctorado en Ciencias Naturales de la UAEM.

Doctorado/ actividades	Doctorado en Ciencias Ecología y Biotecnología UV (directo con salida lateral de maestría)	Doctorado en Ciencias Biológicas UAM	Doctorado en Ciencias Naturales UAEM
Créditos	238	360	116
Duración	48 meses	27 meses	36 meses
Actividades académicas	4 asignaturas 6 optativas 8 seminarios 1 taller de investigación 6 trabajo de tesis 1 Elaboración de tesis.	6 Seminarios 6 Trabajo de Investigación 1 Seminario Temático 1 Revisión bibliográfica 1 Trabajo aceptado para su publicación. Disertación y defensa de la tesis.	2 Cursos optativos 6 seminarios 6 trabajos de investigación Examen de Candidatura 1 Trabajo aceptado para su publicación. Disertación y defensa de la tesis.

El PE del DCN promueve el trabajo interdisciplinario mediante la interacción entre las líneas terminales y seminarios, la conformación de comités tutorales y el fomento a la realización de proyectos interdisciplinarios dirigidos por investigadores de alto nivel académico, miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y con Perfil Deseable (PROMEP-SEP).

En comparación con los posgrados en el área de Biología registrados en el CONACYT, la propuesta de la DES de CN de la UAEM tiene las siguientes características:

- 1) Favorece el intercambio de experiencias con profesionales e investigadores de las Ciencias Naturales de diferentes dependencias e instituciones de educación superior.

- 2) Prioriza los criterios de calidad académica y científica para el ejercicio profesional las Ciencias Naturales.
- 3) Responde a las necesidades y demandas de los sectores: ambiental, agrícola y de salud del Estado de Morelos, sin soslayar los problemas de índole nacional.
- 4) Permite la revisión y actualización permanente de contenidos, en función de las necesidades de los estudiantes que ingresan al PE.

El PE cuenta con los siguientes indicadores de flexibilidad: a) No hay seriación en los cursos ni en los seminarios, los numerales del mapa curricular sólo indican una diferenciación cualitativa. b) Incorporación de nuevas modalidades de enseñanza-aprendizaje, como el constructivismo y el sistema tutorial, que permite la formación individualizada del estudiante al trabajar directamente con su Comité Tutorial. Además, se promueve la realización de estancias en otras instituciones, asistencia y participación en congresos, simposia y coloquios, entre otros. c) El plan de estudios posibilita la movilidad académica de estudiantes hacia otras unidades académicas de la UAEM y otras instituciones educativas nacionales y extranjeras. d) Se fomentan estancias académicas y de investigación para alumnos y profesores en sectores productivos y académicos, entre otros. e) Permite que docentes de otras unidades académicas nacionales e internacionales apoyen los procesos de formación de los estudiantes, colaborando en la impartición de cursos, recibiendo estudiantes en sus instituciones y formando parte de los comités tutorales. f) Contempla la posibilidad de que investigadores nacionales y extranjeros realicen estancias posdoctorales en relación con las líneas de generación y aplicación de conocimiento de este posgrado.

V. OBJETIVOS CURRICULARES

V.1 Objetivo General:

Formar doctores con preparación académica y científica de calidad, capaces de proponer y realizar investigación original, básica y/o aplicada. Estos doctores podrán incidir en la formación de recursos humanos y en la dirección de grupos de investigación sobre procesos evolutivos, de conservación y de desarrollo biotecnológico de recursos naturales.

V.2 Objetivos terminales:

(Ver definiciones y objetivos en la sección VII: Estructura y organización del plan de estudios).

VI. PERFIL DEL ALUMNO

VI.1 Perfil de Ingreso

El aspirante a ingresar a este programa deberá haber cursado una maestría relacionada con las Ciencias Naturales (ver Tabla 1). Con habilidades para desarrollar trabajo experimental en el laboratorio y/o el campo, así como capacidad para plantear y desarrollar proyectos de investigación sobre desarrollo biotecnológico, biología evolutiva, y conservación de los recursos naturales.

Se requiere de:

1. Habilidades para la lectura, comprensión y redacción de textos en inglés.
2. Capacidad de análisis y manejo de información científica.
3. Pensamiento crítico y argumentación con bases científicas.
4. Actitud con alto sentido de responsabilidad, independencia, iniciativa personal, ética, compromiso y motivación.

VI.2 Perfil de Egreso

Los egresados del Doctorado en Ciencias Naturales habrán adquirido conocimientos sólidos y actualizados en una de las áreas terminales del PE, con capacidades y habilidades para:

1. Desarrollar investigación original y de frontera en las áreas de la Biología Evolutiva, Conservación de los Recursos Naturales y Biotecnología.

2. Trabajar en equipo e individualmente.
3. Identificar problemas y coadyuvar a la solución de los mismos en los sectores ambiental, agrícola y de salud.
4. Incidir en la formación de recursos humanos a través de la docencia y las tutorías.
5. Formar y dirigir grupos de investigación en el área de las Ciencias Naturales.
6. Difundir el conocimiento generado a través de artículos científicos, libros, reuniones académicas, entre otros.
7. Vincularse con los sectores productivos y de la conservación.

VII- ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

VII.1 Ejes formativos

Las opciones terminales son:

1. Doctor en Ciencias Naturales (Biotecnología)
2. Doctor en Ciencias Naturales (Biología Evolutiva y Conservación)

VII. 2. Cursos

En los siguientes apartados se presentan definiciones de los cursos, seminarios, tipos de profesores y otras actividades académicas planeadas para adquirir el perfil de egreso del DCN.

VII.2.1. Cursos obligatorios de elección

Son los que, con su contenido temático, fortalecerán al estudiante con el conocimiento específico dentro del área de incidencia de su proyecto de tesis. Los estudiantes deberán tomar en total 2 cursos, cuya elección será discutida entre el estudiante y el Comité Tutorial. La lista de estos cursos variará de acuerdo con la disponibilidad de los profesores y la demanda por parte de los estudiantes. Estos cursos abordaran distintas temáticas de las líneas terminales en Biotecnología, y Biología Evolutiva y Conservación.

Tópicos selectos de Biología Molecular

Bioquímica Avanzada

Bioingeniería

Análisis multivariado

Sistemática Filogenética
Genética de la Conservación
Ecología Evolutiva
Biología de la Conservación

Además de estos cursos que se ofertarán cada semestre, existen otros cursos que pueden abrirse en función de la demanda de al menos un estudiante. Entre éstos se encuentran:

Ecología de Poblaciones
Filogeografía
Métodos de análisis filogenético molecular
Restauración ecológica
Bioestadística
Modelación estadística (GLIM)
Conducta animal y conservación
Demografía
Ecología de comunidades
Genética de poblaciones
Fisiología vegetal
Métodos Bioquímicos y biofísicos
Helmintología
Ecología del Parasitismo
Manejo de recursos y gestión ambiental
Biotecnología vegetal
Microbiología ambiental
Insecticidas como productos naturales
Métodos experimentales en Bioquímica
Métodos experimentales en Biofísica
Genómica de organismos extremófilos

VII.2.2. Seminarios

El objetivo de esta actividad académica es desarrollar en el estudiante habilidades para la exposición, el análisis crítico y discusión del conocimiento científico, adquirir una actitud crítica sobre éste y tener la capacidad de transmitirlo. Los Seminarios pondrán al estudiante en contacto

con diferentes disciplinas que complementarán su formación básica. Serán desarrollados con los miembros del Cuerpo Académico o de un grupo de investigación. Estos seminarios serán flexibles en cuanto a las actividades académicas que se puedan realizar. Por ejemplo: estancias de investigación (no mayores de 90 días fuera de la Institución), grupos de discusión, asistencia a reuniones científicas (como congresos, coloquios y seminarios) y presentaciones regulares de artículos. Uno de los seminarios deberá acreditarse mediante la impartición de temas dentro de cursos curriculares. Cada estudiante deberá presentar un programa de actividades calendarizadas elaborado con el Tutor Principal para cubrir cada uno de los seminarios, el cual será avalado por el Comité Tutoral al final del periodo escolar previo.

Actividades a desarrollar en los seminarios: Tutoría a estudiantes de pregrado, docencia, presentación de resultados de investigación en una reunión nacional o internacional, preparación de un artículo de revisión, asignaturas especiales (diseño y gestión de proyectos, desarrollo y gestión de patentes, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio y/o campo). De las anteriores el alumno deberá desarrollar al menos cuatro actividades durante su estadía, dos de ellas son obligatorias (docencia y tutoría).

VII.2.3. Trabajo de investigación

El objetivo es que el estudiante desarrolle de manera continua el proyecto de tesis. Éste deberá ser un trabajo de investigación original, que aporte conocimiento básico y/o aplicado en el área de la Ciencias Naturales, específicamente en el área terminal elegida. El desarrollo de esta actividad será evaluado cada semestre por el Comité Tutoral (evaluación tutorial). El trabajo de investigación será evaluado considerando el avance del proyecto de investigación. Se tomará en cuenta la adquisición e integración de los conocimientos, así como las habilidades para organizar, integrar y exponer información oral y escrita relacionada con su disciplina. Durante el programa habrá 6 evaluaciones tutorales (Tabla 4).

Tabla 4. Evaluación de los avances del trabajo de investigación.

Trabajo de Investigación	Evaluación
I	El proyecto (de acuerdo con lo mencionado en el apartado de enseñanza y aprendizaje) y programar una estrategia para su desarrollo adecuado.

	Se proponen las actividades que el estudiante deberá desarrollar durante el semestre II.
II-V	Los avances del proyecto de investigación de acuerdo con lo planteado en el proyecto y la evaluación tutorial anterior, si se considera pertinente se realizarán los ajustes necesarios. Se proponen las actividades que el estudiante deberá desarrollar durante cada uno de los Trabajo de Investigación del III al V.
VI	El borrador de la tesis y sugerir correcciones para la revisión final por el jurado de tesis y la defensa en el examen de grado.

VII.2.4. Examen de candidatura

Este examen representa la permanencia en el programa para los aspirantes a obtener el grado de Doctor y debe ser presentado antes de concluir el cuarto semestre. El estudiante deberá mostrar que posee el conocimiento necesario en los temas relacionados con su trabajo de investigación, así como las habilidades para la exposición, el análisis y discusión del conocimiento científico. El examen consistirá en la presentación por escrito y la defensa oral del proyecto de investigación, ante un jurado de 5 sinodales designado *ad hoc*.

VII.2.5. Planta Académica del Doctorado en Ciencias Naturales (DCN)

VII.2.5.1 Profesores del Núcleo Básico

Son aquellos que cuentan con el perfil pertinente que responde a los indicadores establecidos por el CONACYT para que un programa sea reconocido por el PNPC. Los profesores del Núcleo Básico son los únicos que pueden fungir como tutores principales de estudiantes de este PE. Es deseable que los tutores principales cuenten con proyectos financiados, o en su defecto, establezcan las colaboraciones necesarias que permitan la viabilidad y conclusión del proyecto de investigación.

VII.2.5.2 Profesores Asociados

Son aquellos que están en vías de obtener el perfil pertinente que responde a los indicadores establecidos por el CONACYT para que un programa sea reconocido por el PNPC. Los Profesores Asociados pueden participar como co-tutores de los estudiantes de este PE:

VII.2.5.3 Profesores Externos:

Son aquellos que cuentan con el perfil pertinente que responde a los indicadores establecidos por el CONACYT para que un programa sea reconocido por el PNPC, pero que pertenecen a otras DES de la UAEM o a otras IES.

VII.3. Vinculación

A la fecha se cuenta con diversos convenios de colaboración con organismos nacionales e internacionales, públicos y privados, donde los propios estudiantes del posgrado en Ciencias Naturales pueden insertarse con sus trabajos de investigación. De manera particular, se han firmado los siguientes convenios con diferentes Institutos y Facultades de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Politécnico Nacional para integrar profesores externos al Posgrado y para llevar a cabo proyectos conjuntos. Asimismo, se tienen formalizados convenios de colaboración entre el Centro de Investigaciones en Biotecnología y la Universidad de Picardie Jules Verne, Francia. Por otro lado, el CEAMISH tiene un convenio de co-administración de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Otras vinculaciones importantes que se han logrado y que apoyarán este PE son las colaboraciones nacionales e internacionales de los PTCs que permiten la formación de recursos humanos y de tutorías conjuntas entre los mismos y otros investigadores internacionales. Dentro de ellas se puede mencionar a la Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad Autónoma de Hidalgo, Instituto de Ecología, A.C., Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Universidad Politécnica de Morelos e Instituto Politécnico Nacional. En cuanto a instituciones internacionales están los diferentes proyectos de investigación en colaboración entre PTCs de la DES de CN con otros profesores de universidades como UC-Riverside, Virginia Tech, Universidad Libre de Bruselas, Universidad de Chicago, Universidad de Brigham Young, Universidad Sorbona, entre otros.

VII.4 Asignación del sistema de créditos.

El Plan de Estudios del Doctorado en Ciencias Naturales sólo permite cursarlo con antecedentes previos de Maestría. El Plan de Estudios se resume en la Tabla 5.

Tabla 5. Asignación de créditos de las actividades académicas en plan de estudios del Doctorado Ciencias Naturales (con antecedentes de Maestría).

PLAN DE ESTUDIOS			
Actividades académicas	Número	Créditos por actividad	Créditos totales
Cursos obligatorios de elección*	2	8	16
Seminarios	6	2	12
Trabajos de Investigación	6	12	72
Examen de candidatura	1	16	16
			116

* A juicio del Comité Tutoral, el estudiante tendrá la obligación de tomar otros cursos que apoyen a su trabajo de investigación, los cuales no tendrán valor curricular.

VIII. MAPA CURRICULAR

En las siguientes páginas se esquematiza la programación ideal por semestre, de las actividades que se llevarán a cabo a lo largo del Doctorado en Ciencias Naturales. La figura 1 esquematiza el Programa Educativo del DCN desde la publicación de la convocatoria hasta el proceso de titulación y la tabla 6 muestra la programación ideal por semestre en cuanto a las actividades académicas.

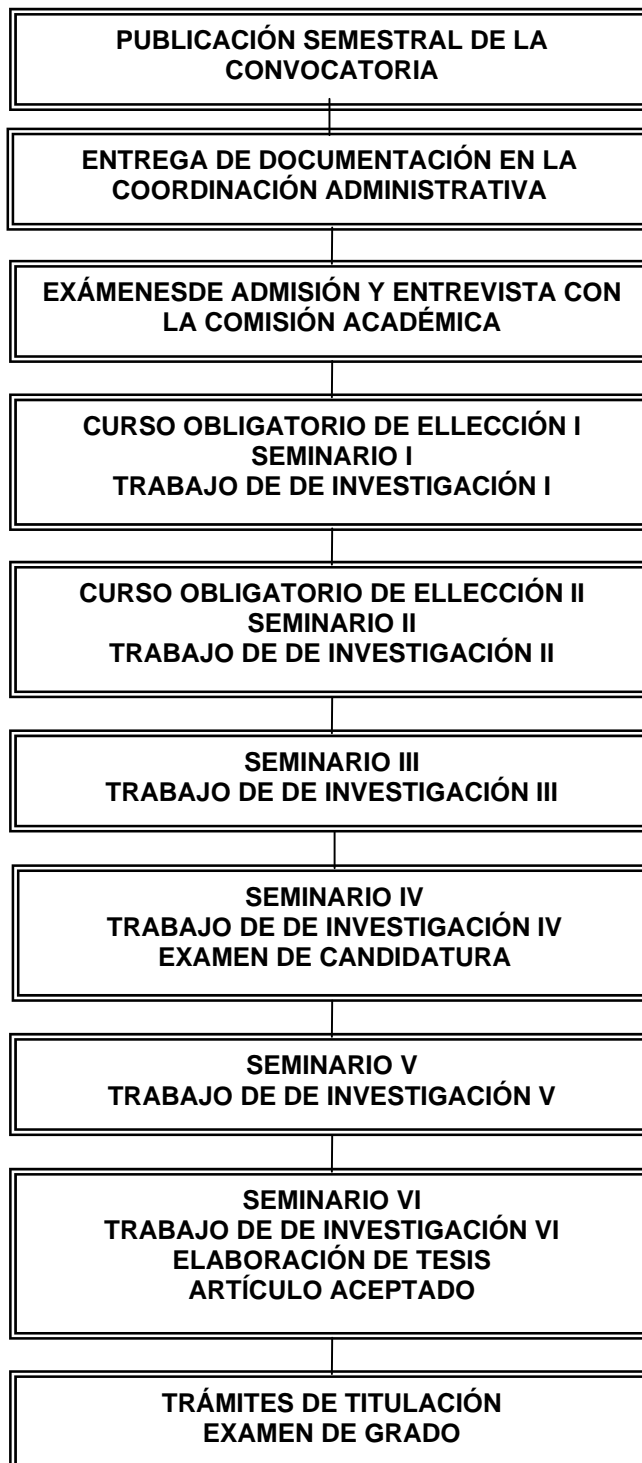


Figura1. Esquema del Programa Educativo del DCN.

Tabla 6. Mapa curricular del DCN.

	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5	Semestre 6
A	Curso obligatorio de elección I					
	8 créditos					
C	Curso obligatorio de elección II					
	8 créditos					
T	Seminario I	Seminario II	Seminario III	Seminario IV	Seminario V	Seminario VI
	Créditos 2	Créditos 2	Créditos 2	Créditos 2	Créditos 2	Créditos 2
I	Trabajo de investigación I	Trabajo de investigación II	Trabajo de investigación III	Trabajo de investigación IV	Trabajo de investigación V	Trabajo de investigación VI
	12 créditos	12 créditos	12 créditos	12 créditos	12 créditos	12 créditos
V				Examen de Candidatura		Examen de Grado
				16 créditos		

**Los cursos optativos podrán acreditarse durante de los tres primeros semestres.

IX. PROGRAMAS DE ESTUDIO

IX.1 Cursos obligatorios de elección

TÓPICOS SELECTOS DE BIOLOGÍA MOLECULAR

CRÉDITOS:	8
PROGRAMA ACADÉMICO AL QUE PERTENECE:	DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES
TIPO DE CURSO:	ASIGNATURA
CARÁCTER:	OBLIGATORIO DE ELECCIÓN
TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE:	80
TOTAL DE HORAS POR SEMANA:	4
HORAS DE TEORÍA POR SEMANA:	4

OBJETIVO GENERAL:

Que el estudiante conozca los principios básicos de la biología molecular y sus aplicaciones que le permitan acceder a realizar investigación en el área.

CONTENIDO TEMÁTICO:

TEMA I. ESTRUCTURA DEL GENOMA

- 1.1 Secuenciación de DNA
- 1.2 El Código Genético
- 1.3 Bioinformática: Blast, identificación de ORF's, alineamientos
- 1.4 El cromosoma procarionte
- 1.5 Familias de genes y secuencias repetidas
- 1.6 Nucleosoma y modificaciones de las histonas

TEMA II. REPLICACIÓN, RECOMBINACIÓN Y REPARACIÓN DEL ADN

- 2.1 Replicación en procariontes
- 2.2 ADN polimerasas y orígenes de replicación
- 2.3 Otras proteínas necesarias para la replicación
- 2.4 Replicación en células eucariontes
- 2.5 Recombinación homóloga y sitio específica
- 2.6 Reparación por recombinación
- 2.7 Sistema SOS y fotoreparación

TEMA III. TRANSCRIPCIÓN DEL ADN

- 3.1 La ARN polimerasa y el promotor en procariontes
- 3.2 Inicio, elongación y terminación de la síntesis del ARN
- 3.3 La ARN polimerasas eucariontes I, II y III.
- 3.4 Los promotores eucariontes y los factores de transcripción basales
- 3.5 Procesamiento y estabilidad del ARNm
- 3.6 Intrones tipo I y II
- 3.7 Ribozimas e intrones codificantes

TEMA IV. TRADUCCIÓN Y TRANSPORTE DE PROTEÍNAS

- 4.1 Los ARN de transferencia y las amino acil ARNt sintetasas

- 4.2 El ARN ribosomal y el ribosoma
- 4.3 La biosíntesis de proteínas en procariontes
- 4.4 La biosíntesis de proteínas eucariontes
- 4.5 Regulación de la traducción: micro RNA's, líder omega y GCN4.
- 4.6 El proteosoma
- 4.7 Modificaciones postraduccionales de las proteínas
- 4.8 Ruta secretora de las proteínas
- 4.9 Localización intracelular de las proteínas

TEMA V. REGULACIÓN DE LA EXPRESIÓN GÉNICA

- 5.1 El operón *lac* y sus mecanismos de regulación
- 5.2 Los operones *trp* y *ara*
- 5.3 Sistema de represión catabólica y estricta
- 5.4 Ciclo lítico y lisogénico en el bacteriófago lambda
- 5.5 Elementos *cis* de respuesta a estímulos
- 5.6 Tipos de factores de transcripción
- 5.7 Los homeodominios y la diferenciación
- 5.8 Asociación combinatoria y dimerización
- 5.9 Control por remodelación de la cromatina
- 5.10 Regulación de amplio rango y aislamiento de los dominios

TEMA VI. VÍAS DE TRANSDUCCIÓN DE SEÑALES

- 6.1 Sistemas de dos componentes
- 6.2 Receptores extracelulares y canales
- 6.3 Receptores de esteroides
- 6.4 Proteínas G mono y triméricas
- 6.5 Mensajeros secundarios
- 6.6 Cinasas y fosfatasas
- 6.7 Vía de la adenilato ciclasa

TEMA VII. DINÁMICA DEL GENOMA

- 7.1 Transposones
- 7.2 Retrovirus y retroposones
- 7.3 Rearreglos de los genes del sistema inmune
- 7.4 Sistema de apareamiento de levadura
- 7.5 Variabilidad antigénica
- 7.6 T-DNA de *Agrobacterium*

TEMA VIII. TÉCNICAS DEL ADN RECOMBINANTE

- 8.1 Purificación de los ácidos nucleicos
- 8.2 Enzimas de restricción y modificación
- 8.3 Síntesis química y diseño de los oligonucleótidos
- 8.4 Reacción en Cadena de la Polimerasa
- 8.5 Vehículos de clonación
- 8.6 Técnicas de hibridación de los ácidos nucleicos
- 8.7 Construcción de bancos de ADNc y genómicos
- 8.8 Tamizado y selección de las clonas
- 8.9 Producción de proteínas recombinantes
- 8.10 Transformación de bacterias y hongos
- 8.11 Transformación de animales y plantas
- 8.12 Bioseguridad

TEMA IX. BIOLOGÍA GENÓMICA

- 9.1 Análisis de genomas
- 9.2 El transcriptoma
- 9.3 El proteoma
- 9.4 El interactoma
- 9.5 El metaboloma
- 9.6 El Fluxoma
- 9.7 Biología de sistemas

RECURSOS DIDÁCTICOS

Presentación oral de las clases, a través de presentaciones en power point y proyector.

Videos

Uso de pizarrón

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Participación en clases

Exposiciones especializadas de los estudiantes

Exámenes escritos parciales

PERFIL ACADÉMICO DEL DOCENTE

Grado de Doctor, con experiencia en Biología Molecular experimental demostrada a través de sus líneas de investigación y experiencia docente.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Alberts et al (2007) Molecular Biology of the Cell. 5a. Edición. Garland Science. Nueva York, NY.
2. Lewin, B. (2008) Genes IX. Oxford University Press. Oxford.
3. Lodish, H. et al (2008) Molecular Cell Biology. 4a. edición. W. H. Freeman & Co. Nueva York, NY.
4. Primrose, S.B. & R.M. Twyman & R.W. Old (2006) 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.

BIOQUÍMICA AVANZADA

CRÉDITOS:	8
PROGRAMA ACADÉMICO AL QUE PERTENECE:	DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES
TIPO DE CURSO:	ASIGNATURA
CARÁCTER:	OBLIGATORIO DE ELECCIÓN
TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE:	80
TOTAL DE HORAS POR SEMANA:	4
HORAS DE TEORÍA POR SEMANA:	4

OBJETIVO GENERAL:

Discutir y analizar los conocimientos bioquímicos actuales que permitan al alumno comprender la relación estructura-función de las moléculas biológicas.

Revisar el estado del arte de las técnicas y métodos bioquímicos de estudio de las moléculas biológicas.

CONTENIDO TEMÁTICO

- Métodos de Estudio de las moléculas biológicas.
 - Cromatografía, Electroforesis, Centrifugación, Microscopia,
 - Secuenciación de proteínas y de ADN.
 - NMR, Espectrometría de masas, Cristalografía de rayos X.
- Estructura y Función de las Proteínas. Proteomas.
 - Técnicas de estudio de las proteínas.
 - Rutas en la maduración de las proteínas. Modificaciones postraduccionales.
 - Plegamiento de las proteínas. Métodos de estudio.
 - Relación Estructura-Función en proteínas
 - Evolución de proteínas.
 - Revisión de Proteínas: glicosiladas (receptores); con grupo prostético (citocromo c); anticuerpos; transportadoras (Hb y mioglobina); fibrosas: colágeno, actina y miosina y con actividad enzimática (ATC)
- Bioenergética
 - Termodinámica
 - ATP como molécula almacenadora de energía
 - Fosforilación oxidativa
 - Fosforilación a nivel sustrato
 - Estado oxido-reducción de la célula
- Cinética enzimática
 - Estructura y catálisis
 - Regulación enzimática
- Estructura y Función de las Membranas Biológicas
 - Organización y Estructura de las membranas biológicas. Métodos de estudio.
 - Mecanismos de Transporte a través de las membranas biológicas.
 - Función biológica de los lípidos en procesos celulares.

6. Rutas de Transducción de Señales.

6.1 Interacción ligando- receptor

6.2 Transducción de señales

6.3 Regulación de señales (mecanismos de adaptación)

RECURSOS DIDÁCTICOS

Presentación oral de las clases, a través de presentaciones en power point y proyector.

Videos

Uso de pizarrón

Resolución de problemas

Discusión de artículos científicos.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Participación en clases

Exposiciones especializadas de los estudiantes

Exámenes escritos parciales

PERFIL ACADÉMICO DEL DOCENTE

Grado de Doctor, con experiencia en Bioquímica experimental demostrada a través de su preparación y de sus líneas de investigación

Experiencia docente

BIBLIOGRAFÍA:

1. Berg, J. Tymoczko, J. L. and Stryer, L. Biochemistry. 6th. ed .,2007. W. H. Freeman and Co. Ed.

2. Lodish, H, Berk, A. Kaiser, Krieger, C. A. M., Scott, M. P., Bretschner, A., Ploegh, H. and Matsudaira, P. Molecular Cell Biology 6th Ed. 2008. W. H. Freeman and Co. Ed.

3. Mathews, CK and K.E. van Holde. 2da. Rev Ed edition (18 Oct 1995). Biochemistry. Benjamin-Cummings Publishing Company.

4. Lehninger Principles of Biochemistry. 4th. Ed. 2004, Ed. W. Freeman and Co.

BIOINGENIERÍA

CRÉDITOS:	8
PROGRAMA ACADÉMICO AL QUE PERTENECE:	DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES
TIPO DE CURSO:	ASIGNATURA
CARÁCTER:	OPTATIVA
TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE:	80
TOTAL DE HORAS POR SEMANA:	4
HORAS DE TEORÍA POR SEMANA:	4

OBJETIVO GENERAL

Proporcionar al estudiante la información básica del cultivo de microorganismos, así como las bases para el diseño de fermentadores para obtener productos a gran escala.

Al finalizar el curso el alumno contará con una visión de la ingeniería de los principales procesos biológicos de las células relacionados con la producción de determinados compuestos de interés industrial y de aplicación en la medicina, agricultura y ambiente. De esta manera, el alumno podrá diseñar la obtención de compuestos de valor agregado usando todos los elementos a su disposición (genética, microbiología, bioquímica, biología molecular, diseño de bioprocesos, entre otros).

CONTENIDO TEMÁTICO

1. Introducción a la bioingeniería
2. Composición del medio de cultivo
3. Crecimiento microbiano
4. Cultivo alimentado y cultivo continuo
5. Cinética enzimática
6. Enzimas inmovilizadas
7. Producción de metabolitos primarios y secundarios
8. Diseño de fermentadores
9. Presentación de proyectos
10. Transferencia de oxígeno y calor
11. Operación de fermentadores
12. Esterilización de medio de cultivo
13. Esterilización de aire
14. Escalamiento de fermentadores
15. Proceso de separación
16. Nuevos procesos de separación
17. Presentación de proyectos
18. Diseño de bioprocesos
19. Instrumentación y control de bioprocesos
20. Economía de los bioprocesos
21. Fermentación anaeróbica y fermentación sólida
22. Fermentación con células vegetales y células animales
23. Cultivo de células recombinantes
24. Perspectivas de la bioingeniería

RECURSOS DIDÁCTICOS

Presentación oral de las clases, a través de presentaciones en power point y proyector.

Videos

Uso de pizarrón

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Participación en clases

Exposiciones especializadas de los estudiantes

Exámenes escritos parciales

Diseño de bioprocesos

PERFIL ACADÉMICO DEL DOCENTE

Grado de Doctor, con experiencia en el campo de la Bioingeniería demostrada a través de su preparación y de sus líneas de investigación

Experiencia docente

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. R. Quintero, Ingeniería Bioquímica: teoría y aplicaciones, Alambra Mexicana, México, 1981.
2. H. Blanch y D. Clark, Biochemical engineering. Marcel Dekker, E.U. 1996.
3. M. Shuler y F. Kargi, Biochemical engineering: basic concepts, Prentice may, E.U., 1992.
4. B. Lydersen, N. Délia y K. Nelson, Bioprocess engineering: systems, equipment and facilities, John Wiley, E.U., 1994.
5. J. Asenjo y J. Merchuk, Bioreactor system desig, Marcel Dekker, E. U. , 1995.

ANÁLISIS MULTIVARIADO

CRÉDITOS:	8
PROGRAMA ACADÉMICO AL QUE PERTENECE:	DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES
TIPO DE CURSO:	ASIGNATURA
CARÁCTER:	OPTATIVA
TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE:	80
TOTAL DE HORAS POR SEMANA:	4
HORAS DE TEORÍA POR SEMANA:	4

OBJETIVO GENERAL

Que el alumno obtenga herramientas de análisis de conjuntos de datos integrados por más de dos variables continuas o discretas o de datos con más de dos variables independientes o más de dos dependientes. Capacitándolo en la postulación y prueba de hipótesis a partir de la reducción e interpretación de estos conjuntos de datos.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- I. ALGEBRA DE MATRICES Y VECTORES ALEATORIOS
 - a. Organización de datos
 - b. Representación grafica de datos multivariados
 - c. Medidas de distancia
 - d. Algebra de matrices
 - i. Matrices positivas definidas
 - ii. Vectores medios y matrices de covarianza
- II. DISTRIBUCIÓN NORMAL MULTIVARIADA
 - a. Densidad normal multivariada
 - b. Muestras desde distribuciones normales multivariadas y estimadores de máxima verosimilitud
 - c. Inferencias sobre el vector medio
- III. COMPARACIÓN DE VARIAS MEDIAS
 - a. Modelos de medidas repetidas y pareados
 - b. Comparación de dos vectores medios
 - c. Comparación de n vectores medios
- IV. COMPONENTES PRINCIPALES
- V. ANÁLISIS DE FACTORES
- VI. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN CANÓNICA
- VII. FUNCIÓN DISCRIMINANTE
- VIII. ANÁLISIS DE CLUSTER Y DE CLASIFICACIÓN
 - a. Medidas de similitud
 - b. Métodos jerárquicos de clasificación
 - c. Métodos no- jerárquicos de clasificación
- IX. ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL

RECURSOS DIDÁCTICOS

- Presentación oral de las clases a través de presentaciones en Power Point y proyector
- Uso de pizarrón
- Discusión de artículos
- Prácticas en el uso de software de manejo de datos y análisis estadísticos.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Exámenes parciales
- Participación en clase
- Tareas

PERFIL ACADÉMICO DEL DOCENTE

Grado de doctor con experiencia en el uso y/o enseñanza de estadística multivariada demostrada por su preparación académica y/o producción científica.

Experiencia docente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aldenderfer, M. S. y R. K. Blashfield. 1984. Cluster analysis. Quatitative applications in the social sciencies 44. Sage University. NewBury Park, California.
2. Gauch, H. J. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press, Cambridge.
3. Johnson, D. E. 1998. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. Thompson Editores. México, D. F.
4. Johnson, R. A. y D. W. Wichern. 2002. Applied multivariate statistical analysis. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ.

SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA

CRÉDITOS:	8
PROGRAMA ACADÉMICO AL QUE PERTENECE:	DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES
TIPO DE CURSO:	ASIGNATURA
CARÁCTER:	OBLIGATORIA DE ELECCIÓN
TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE:	80
TOTAL HORAS POR SEMANA:	4
HORAS SEMANALES DE TEORÍA:	2
HORAS SEMANALES DE PRÁCTICA:	2

OBJETIVO GENERAL

Que el alumno entienda el papel fundamental de la Sistemática Filogenética en el conocimiento de la biodiversidad y su conservación, y que conozca las bases conceptuales y metodológicas de esta disciplina biológica.

CONTENIDO TEMÁTICO

CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA SISTEMÁTICA

- ¿Qué es la Sistemática?
- Homología, sinapomorfía
- Grupos naturales y artificiales
- Diferentes escuelas de la Sistemática

TIPOS DE CARACTERES

- Caracteres y estados de carácter
- Caracteres morfológicos
- Selección y codificación de caracteres
- Caracteres moleculares
- Alineamientos de secuencias de ADN

INFERENCIA DE HIPÓTESIS FILOGENÉTICAS

- Métodos basados en distancias
- UPGMA, Neighbour Joining, Evolución Mínima
- Métodos de Parsimonia
- Orden, polaridad y peso de caracteres
- Estrategias de búsqueda de cladogramas óptimos
- Métodos probabilísticos
- Modelos evolutivos
- Máxima verosimilitud
- Probabilidad Bayesiana
- Comparación de hipótesis alternativas
- Árboles de consenso

Pruebas estadísticas para comparar topologías
Evidencia total vs. congruencia taxonómica
Evaluación de hipótesis filogenéticas
Consistencia, Soporte, Robustez, Estabilidad

FILOGENIA Y CLASIFICACIÓN

Concepto de especie
Taxonomía y nomenclatura

APLICACIÓN DE LA SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA

Colecciones científicas
Biogeografía
Conservación
Epidemiología
Biotecnología

RECURSOS DIDÁCTICOS

Exposición oral de las clases a través de presentaciones en Power Point y proyector
Uso de pizarrón
Discusión de artículos
Desarrollo de un proyecto semestral
Prácticas en el uso de software de manipulación de datos y análisis filogenéticos

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Exámenes parciales
Proyecto semestral
Participación en clase
Tareas y ensayos

PERFIL ACADÉMICO DEL DOCENTE

Grado de Doctor con experiencia en Sistemática Filogenética demostrada a través de su preparación académica y su producción científica.
Experiencia docente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Felsenstein, J. 2004. Inferring Phylogenies. Sinauer Associates, 664 pp.
2. Hall, B. G. 2007. Phylogenetic Trees Made Easy. A how-to manual for molecular biologists. Sinauer Associates, 221 pp.
3. Kitching, I., P. Forey, C. Humphries y D. Williams. 1998. Cladistics: The Theory and Practice of Parsimony Analysis. Oxford University Press, 248 pp.
4. Page, R. y E. C. Holmes. 1998. Molecular Evolution. A Phylogenetic Approach. Blackwell Publishing, 352 pp.
5. Salemi, M. y A. Vandamme. 2003. The Phylogenetic Handbook: A Practical Approach to DNA and Protein Phylogeny. Cambridge University Press, 430 pp.

GENÉTICA DE LA CONSERVACIÓN

CRÉDITOS:	8
PROGRAMA ACADÉMICO AL QUE PERTENECE:	DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES
TIPO DE CURSO:	ASIGNATURA
CARÁCTER:	OBLIGATORIA DE ELECCIÓN
TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE:	80
TOTAL HORAS POR SEMANA:	4
HORAS SEMANALES DE TEORÍA:	2
HORAS SEMANALES DE PRÁCTICA:	2

OBJETIVO GENERAL

Introducir al estudiante en el campo de la genética de la conservación, con énfasis en la importancia de los parámetros que mantienen la diversidad genética y en las estrategias para detener su pérdida. Al final del curso, el estudiante podrá aplicar los conocimientos adquiridos y relacionarlos con técnicas modernas para la propuesta de soluciones a la pérdida de la variación genética en las poblaciones.

CONTENIDO TEMÁTICO

I. INTRODUCCIÓN

- ¿Por qué conservar la Biodiversidad?
- ¿Qué es genética de la conservación?
- Especies extintas y en peligro.

II. GENÉTICA Y EXTINCIÓN

- Genética y las especies en peligro
- Relación entre endogamia y extinción
- Relación entre pérdida de la variación y extinción

III. CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA

- Diversidad genética y su importancia.
- Medidas de la diversidad genética
- Diversidad genética en especies en peligro
- Variación en el espacio y en el tiempo

IV. CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA: MODELO DE UN LOCUS

- Equilibrio de Hardy-Weinberg
- Desviaciones y extensiones del Equilibrio de Hardy-Weinberg
- Más de un locus, desequilibrio del ligamento

V. CARACTERIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA: VARIACIÓN CUANTITATIVA

- Propiedades e importancia de la variación cuantitativa
- Métodos para detectar la variación cuantitativa
- Particiones de la variación
- Potencial evolutivo y heredabilidad
- Correlación entre variación molecular y cuantitativa.

VI. EVOLUCIÓN EN POBLACIONES GRANDES

- Selección Natural
- Mutación
- Migración

VII. EVOLUCIÓN EN POBLACIONES PEQUEÑAS

- Importancia del tamaño de la población en la genética de la conservación
- Endogamia y depresión por endogamia
- Fragmentación de las poblaciones
- Poblaciones genéticamente viables

VIII. APLICACIONES

- Definición de unidades de manejo
- Concepto de especie y otros niveles taxonómicos
- Genética y manejo de poblaciones silvestres y cautivas
- Reintroducción

RECURSOS DIDÁCTICOS

- Presentación oral de las clases a través de presentaciones en Power Point y proyector
- Uso de pizarrón
- Discusión de artículos
- Desarrollo de un proyecto semestral
- Prácticas en el uso de software para análisis de datos genéticos

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- Exámenes parciales
- Proyecto semestral
- Participación en clase
- Tareas y ensayos

PERFIL ACADÉMICO DEL DOCENTE

Grado de doctor, con experiencia en Genética de Poblaciones o de la conservación demostrada a través de su preparación académica y su producción científica. Experiencia docente.

BIBLIOGRAFÍA

R. Frankham, J.D. Ballou, and D.A. Briscoe. 2002. Introduction to Conservation Genetics. Cambridge University Press.

BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN

CRÉDITOS:	8
PROGRAMA ACADÉMICO	
AL QUE PERTENECE:	DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES
TIPO DE CURSO:	ASIGNATURA
CARÁCTER:	OBLIGATORIA DE ELECCIÓN
TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE:	80
TOTAL HORAS POR SEMANA:	4
HORAS SEMANALES DE TEORÍA:	2
HORAS SEMANALES DE PRÁCTICA:	2

OBJETIVO GENERAL:

Que el alumno reconozca el valor de la conservación de la diversidad biológica y los procesos que la amenazan; y que entienda los principios teóricos y el desarrollo metodológico que sustentan a esta disciplina.

INTRODUCCIÓN

- ¿Qué es la conservación biológica?
- El problema ambiental actual y el origen de la conservación biológica
- Características y disciplinas relacionadas
- El valor de la conservación de la biodiversidad

ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD

- La unidad de la conservación
- Implicaciones del concepto de especie en la conservación
- Estructura jerárquica de la biodiversidad.
- Patrones de riqueza de especies

AMENAZAS A LA DIVERSIDAD

- Magnitud de las tasas naturales y actuales de extinción
- Causas de la extinción
- Cambio climático global

GENÉTICA Y CONSERVACIÓN

- Importancia de la variación genética
- Tamaño efectivo de la población
- Endogamia y flujo genético
- Enfoque filogeográfico de la conservación
- Limitaciones de la genética en la conservación

ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN

- Conservación a nivel de poblaciones
- Importancia de la demografía en la conservación

Análisis de Vulnerabilidad
Vórtices de extinción
Conservación a nivel de comunidades
Conservación in situ
Conservación ex situ

INTRODUCCIÓN AL MANEJO DE RECURSOS

Principios básicos
Manejo de poblaciones
Manejo de hábitats
Manejo de comunidades

RECURSOS DIDÁCTICOS

Exposición oral de las clases a través de presentaciones Power Point
Discusión de Artículos
Desarrollo de un proyecto semestral

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Exámenes parciales
Proyecto semestral
Exposición de artículos
Participación en clase
Tareas y ejercicios

PERFIL ACADÉMICO DEL DOCENTE

Grado de doctor con experiencia en el área de Ecología o de Genética demostrada a través de su formación académica y su producción científica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Groom, M. J., G. K. Meffe, and C. R. Carroll. 2006. Principles of Conservation Biology, Third Edition.
2. Primack, R.B. 2004. A Primer of Conservation Biology, Fourth Edition. Sinauer Associated, Inc.

ECOLOGIA EVOLUTIVA

CRÉDITOS:	8
PROGRAMA ACADÉMICO AL QUE PERTENECE:	DOCTORADO EN CIENCIAS NATURALES
TIPO DE CURSO:	ASIGNATURA
CARÁCTER:	OBLIGATORIA DE ELECCIÓN
TOTAL DE HORAS POR SEMESTRE:	80
TOTAL HORAS POR SEMANA:	4
HORAS SEMANALES DE TEORÍA:	2
HORAS SEMANALES DE PRÁCTICA:	2

OBJETIVO GENERAL

Que el alumno comprenda cómo los organismos desarrollan estrategias con las que optimizan su sobrevivencia o reproducción en el medio en el que viven.

CONTENIDO TEMÁTICO

1-EVOLUCIÓN Y SELECCIÓN NATURAL

- Agentes de evolución
- Tipos de selección natural
- Especiación
- Mecanismo de aislamiento reproductivo

2-DINÁMICA POBLACIONAL

- Análisis de historia de vida
- Tablas de vida y de reproducción
- Dinámica matricial
- Competencia
- Depredación

3.- ECOLOGÍA DE LA CONDUCTA

- Rango hogareño y territorialidad
- Selección sexual y sistemas reproductivos
- Conducta social y selección de grupo
- Evolución de las señales

4- ECOLOGÍA DE COMUNIDADES

- Influencia de las interacciones poblacionales en la estructura de comunidades
- Patrones filogenéticos de las comunidades
- Estructura de comunidades
- Modelos de equilibrio
- Modelos de no-equilibrio

RECURSOS DIDÁCTICOS

- Presentación oral de las clases a través de presentaciones en Power Point y proyector.
- Uso de pizarrón
- Discusión de artículos
- Desarrollo de un proyecto semestral

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Exámenes parciales
Proyecto semestral
Participación en clase
Tareas y ensayos

PERFIL ACADÉMICO DEL DOCENTE

Grado de doctor, con experiencia en Ecología demostrada a través de su preparación académica y su producción científica.
Experiencia docente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pianka, E. R. 2000. Evolutionary Ecology. Addison Esley longman, Inc. San Francisco, CA.
2. Gotelli, N. J. 2001. A primer of Ecology. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, MA.
3. Vandermeer, J. H. y D. E. Goldberg. 2003. Population Ecology. Princeton University Press. Princeton, NJ.

X. SISTEMA DE ENSEÑANZA.

El Programa de Doctorado estará basado en el modelo educativo constructivista que es un modelo centrado en el aprendizaje significativo de los estudiantes. Este modelo contribuye al aprendizaje de contenidos genéricos y específicos de las disciplinas académicas y de competencias profesionales, permite la adquisición de un conjunto de estrategias cognitivas y metacognitivas que redundan en el desarrollo del potencial del aprendizaje de los estudiantes⁶. En particular, el Doctorado se centrará en 4 distintas modalidades de enseñanza: estrategias de instrucción cognitivas, aprendizaje basado en problemas, estudios de caso, y aprendizaje basado en proyectos. Estas modalidades podrán ser utilizadas por los profesores durante el desarrollo de los cursos.

1) Estrategias de instrucción cognitivas. De manera general, la exposición consiste en la presentación organizada de manera lógica de un tema, teniendo como recurso principal el lenguaje oral. Su ventaja es la posibilidad de estructuración del material, así como de los elementos importantes del tema que se aborda. Las estrategias de instrucción propuestas por autores constructivistas incorporan un conjunto de recursos enfocados a reconocer el nivel de conocimiento previo de los estudiantes, de manera que el profesor pueda ajustar su exposición a los requerimientos de estos, a estructurar de manera lógica el contenido temático, a mantener la actividad intelectual del estudiante, así como su motivación, y sobre todo a supervisar el grado de comprensión de los temas expuestos. Desde esta perspectiva se realizarán dos tipos de actividades, las clases magistrales impartidas por profesores y las exposiciones por parte de los estudiantes. Los cursos estarán orientados a proporcionar al estudiante las herramientas teórico-metodológicas básicas de las disciplinas de competencia. Así mismo, se fomentará el análisis y la reflexión de textos científicos relacionados con los contenidos temáticos de las materias.

2) Aprendizaje basado en problemas. Es una estrategia de enseñanza y aprendizaje en la cual un grupo de estudiantes se reúne para resolver un problema seleccionado o construido especialmente para lograr ciertos objetivos de aprendizaje. En esta modalidad de enseñanza los estudiantes trabajan en equipo, localizan recursos para resolver el problema y aplican el conocimiento en diversos contextos. Los estudiantes son considerados sujetos que pueden aprender por cuenta propia y asumen la responsabilidad de ese proceso; experimentan el

⁶ Díaz Barriga, F. y Hernández, G. (1998). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: McGraw Hill. 2a. Edición corregida y aumentada en 2002.

aprendizaje en un ambiente cooperativo. Por su parte, los profesores tienen el rol de facilitador, guía, asesor y co-aprendiz e interactúan con los estudiantes ofreciéndoles retroalimentación; además de orientarlos en la búsqueda de los elementos para resolver el problema. Complementariamente, diseñan y ajustan los contenidos del curso a partir de problemas relevantes, próximos a la vida real.

3) Aprendizaje basado en proyectos. En general, consiste en el desarrollo de experiencias de aprendizaje que involucran al estudiante en proyectos reales, en los cuales aplica sus conocimientos y habilidades. En este sistema de enseñanza se vincula y orienta a los conceptos y principios fundamentales de las disciplinas objeto de estudio, favoreciendo el trabajo autónomo del estudiante que le llevará a obtener resultados reales generados por el mismo. Trabajar en la perspectiva de proyectos permite que el alumno aprenda a investigar y a aplicar el conocimiento adquirido, desarrollando capacidades para el trabajo productivo.

4) Estudios de caso. Consiste en presentar situaciones complejas o problemáticas reales, apoyadas en datos concretos para reflexionar, analizar y discutir en grupo las diferentes posibilidades de abordaje y eventualmente, de proponer alternativas de solución. Para contribuir al logro de aprendizajes significativos, los casos deben de cubrir características tales como la autenticidad, que la situación problemática requiera de diagnóstico y de solución, que permita aprender cierta información y requiera la formación de algún proceso de conocimiento o de acción, que exprese una situación total e integrada, es decir, que incluya la información y los hechos disponibles. En esta modalidad, el profesor debe de conocer en detalle los estudios de caso antes de presentarlos a los alumnos. En la discusión del caso, su participación es fundamentalmente como moderador y motivador del debate. Su actitud no es directiva y debe evitar intervenir personalmente con su opinión.

Además de estas modalidades de enseñanza se implementarán los seminarios y el trabajo de tesis las cuales son actividades de tipo integrador en las que los estudiantes desarrollarán habilidades de comunicación oral y escrita, así como el desarrollo de las capacidades de crítica y síntesis.

5) Elaboración de tesis y artículos científicos en revistas indizadas. Redacción de documentos científicos que describan detalladamente la investigación desarrollada durante su estancia en el doctorado. Esta actividad tiene por objeto que el estudiante desarrolle habilidades de comunicación escrita para difundir el conocimiento generado.

XI. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE.

Se propone una metodología que responda a las demandas del enfoque constructivista, un currículum flexible, el desarrollo de competencias y la modalidad de aprendizaje situado. Una evaluación centrada en el desempeño, busca evaluar lo que se hace, así como identificar el vínculo entre lo conceptual y lo procedimental, entender como ocurre el desempeño en un contexto y situación determinados, o seguir el proceso de adquisición y perfeccionamiento de determinados saberes o formas de actuación. Así mismo, implica la autoevaluación por parte del alumno, pues la meta es la promoción explícita de sus capacidades de autorregulación y reflexión sobre su propio aprendizaje⁷. Dos de las estrategias de evaluación centrada en el desempeño son: los portafolios y las rúbricas o matrices de valoración.

1) Portafolios son una selección o colección de trabajos académicos que los estudiantes realizan en el transcurso de un ciclo o curso y se ajustan a un proyecto de trabajo dado.

El portafolio permite:

- a) Recopilar información donde se manifiestan los estados de avance de los aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales de los estudiantes
- b) Al estudiante, participar en la evaluación de su propio trabajo
- c) Al docente, elaborar un registro sobre el progreso del estudiante
- d) Supervisar la evaluación del proceso de aprendizaje de tal manera que se puedan ir introduciendo cambios en él.

A su vez, se pueden utilizar como instrumentos de evaluación la co-evaluación y la autoevaluación.

2) Rúbricas Son guías o escalas de evaluación donde se establecen niveles progresivos de dominio o pericia relativos al desempeño que un estudiante muestra respecto de un proceso o producción determinada. Las rúbricas son estrategias que apoyan al docente tanto en la evaluación como en la enseñanza de actividades generativas, en la elaboración de proyectos, la producción oral y escrita, así como en las investigaciones y trabajo práctico de los estudiantes⁸. A manera de ilustración, en la Tabla 7 se reproduce una rúbrica diseñada para la evaluación de presentaciones orales.

⁷ Díaz Barriga, F. 2004. Las rúbricas: su potencial como estrategia para una enseñanza situada y una evaluación auténtica del aprendizaje. *Perspectiva Educativa* [Chile], No. 43, p.p. 51-62.

⁸ Airasian, P. 2001. Classroom "assessment" concepts & applications. (4ta. Ed.). Nueva York, N.Y. E.E.U.U.; McGraw Hill.

Usar rúbricas tiene las siguientes ventajas:

- a) Los docentes pueden aumentar la calidad de su instrucción directa proporcionando el enfoque, el énfasis y la atención en los detalles particulares como modelo para los estudiantes.
- b) Los estudiantes tienen pautas explícitas respecto de las expectativas del docente.
- c) Los estudiantes pueden utilizar rúbricas como herramienta para desarrollar sus competencias.
- d) Los docentes pueden reutilizar las rúbricas para varias actividades.

Tabla 7. Rúbrica para la evaluación de presentaciones orales (Adaptado de Pearson education, 2002).

	Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular
Contenido	Abundancia de material claramente relacionado con la tesis que expone; los puntos principales se desarrollan con claridad y toda la evidencia da sustento a la tesis; empleo variado de materiales y fuentes.	Información suficiente que se relaciona con la tesis expuesta; muchos puntos están bien desarrollados, pero hay un equilibrio irregular entre ellos y poca variación.	Hay una gran cantidad de información que no se conecta claramente con la tesis principal que se expone.	La tesis o argumentación principal que se expone no está clara; se incluye información que no da ningún soporte a dicha tesis.
Coherencia y organización	La tesis se desarrolla y especifica claramente; los ejemplos específicos son apropiados y permiten desarrollar la tesis; las conclusiones son claras; muestra control de contenido; la presentación es fluida; se hacen transiciones apropiadas; es sucinta pero no fragmentada; está bien organizada.	La mayor parte de la información se presenta en una secuencia lógica, generalmente bien organizada, pero necesita mejorar las transiciones entre las ideas expuestas y entre los medios empleados.	Los conceptos y las ideas se encuentran estrechamente conectados; carece de transiciones claras; el flujo de la información y la organización aparecen fragmentadas.	La presentación es fragmentada e incoherente; no es fluida; el desarrollo de la tesis central es vago; no aparece un orden lógico.
Creatividad	Presentación de material muy original; aprovecha lo inesperado para lograr un avance superior; captura la atención de la audiencia.	Hay algo de originalidad en la presentación; variación y combinación apropiados de materiales y medios.	Poca o ninguna variedad; el material se presenta con poca originalidad o interpretación propia.	La presentación es repetitiva con poca o ninguna variación; empleo insuficiente de medios y materiales
Material	Empleo balanceado de materiales y multimedia; se usan adecuadamente para desarrollar la tesis expuesta; el empleo de medios es	El empleo de multimedia no es muy variado y no se conecta bien con la tesis.	Empleo desigual de multimedia y materiales; carece de una transición suave de un medio a otro; el empleo de multimedia no	Empleo pobre o ausente de multimedia o uso no efectivo de esta; desequilibrio en el empleo de materiales, demasiado

	Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular
	variado y apropiado		se vincula claramente con la tesis.	de alguno, no suficiente de otro.
Habilidades expositivas	Articulación pausada, claro; volumen apropiado, ritmo constante, buena postura; contacto visual; entusiasmo; seguridad	Articulación clara, pero no pulida.	Se habla entre dientes, farfullando; poco contacto visual; ritmo irregular; poca o nula expresividad.	Voz inaudible o muy alta; no hay contacto visual; el ritmo de la presentación es muy lento o muy rápido; el expositor parece poco involucrado y es monótono.
Respuesta de la audiencia	Involucra a la audiencia en la presentación, se exponen los puntos principales de manera creativa; mantiene todo el tiempo la atención de la audiencia.	Presenta los hechos con algunos giros interesantes; mantiene la atención de la audiencia la mayor parte del tiempo.	Algunos hechos están relacionados, pero se sale del tema y la audiencia se pierde; en su mayoría se presentan hechos con poca o ninguna imaginación.	Presentación incoherente; la audiencia pierde el interés u podría no entender el punto central de la presentación.
Duración de la presentación	± dos minutos del tiempo asignado.	± cuatro minutos del tiempo asignado.	± seis minutos del tiempo asignado.	Demasiado extensa o demasiado breve o más minutos por arriba o por abajo del tiempo Asignado.

XII. MECANISMOS DE INGRESO, PERMANENCIA Y EGRESO.

XII.1. Requisitos de ingreso al Doctorado en Ciencias Naturales

1. Contar con el grado de Maestría en áreas afines, con un promedio mínimo de 8.0 ó su equivalente.
2. Carta de solicitud de ingreso, que incluya la exposición de motivos y el compromiso de dedicar tiempo completo a los estudios de posgrado.
3. Curriculum vitae con documentos probatorios.
4. Dos cartas de recomendación académicas de investigadores no relacionados familiarmente con el aspirante.
5. Cubrir los trámites administrativos propios de la UAEM.
6. Aprobar el examen de comprensión de inglés con una calificación mínima aprobatoria de 8.0.
7. Aprobar el examen general de conocimientos con un promedio mínimo de 8.0 y el examen psicométrico. Además, aprobar la evaluación de la Comisión Académica de Admisión con base en una entrevista donde se analizan sus aptitudes y actitudes.
8. Presentar por escrito el anteproyecto de tesis, defenderlo ante un Comité *ad hoc* y ser recomendado por éste para ingresar al Posgrado.
9. Contar con un tutor perteneciente al Núcleo Básico del Profesores del PE, el cual deberá ser aprobado por el Comité Académico de Admisión.
10. En el caso de grados académicos expedidos por una institución de Educación Superior no incorporada al Sistema Educativo Nacional, los documentos deberán estar debidamente reconocidos para ser revalidados posteriormente por la universidad.
11. Para los extranjeros cuya lengua materna no sea el español, éstos deberán acreditar el dominio del español.

Una vez evaluados todos los requisitos, el Comité Académico de Admisión decidirá su aceptación al programa.

XII.3. Requisitos de egreso

1. Cubrir los créditos establecidos en el Plan de Estudios.
2. Realizar un trabajo de investigación original.

3. Aprobar el examen de candidatura que se realizará durante el cuarto semestre.
4. Contar con un artículo publicado o aceptado en una revista indizada y con factor de impacto, que incluya los resultados obtenidos en su trabajo de tesis, o en su caso con una patente.
5. Cubrir los trámites administrativos establecidos por la UAEM.
6. Presentar en forma oral y escrita los resultados de su trabajo de tesis en el idioma español y obtener una calificación aprobatoria del Jurado.

XII.4. Requisitos de Permanencia

Para permanecer en el programa, los alumnos pueden obtener una calificación reprobatoria (menor a 8.0) únicamente en uno de los cursos de elección, seminarios de investigación o evaluación otorgada por el Comité Tutoral y deberán regularizarse en el siguiente semestre.

Para el caso específico de los cursos optativos, el estudiante y el tutor deberán seleccionar al principio de semestre el curso que mejor convenga y apoye la formación del estudiante. En caso de reprobación, tendrá la opción de cursarla nuevamente y aprobarla obligatoriamente.

La calificación mínima aprobatoria para los cursos, seminarios, trabajos de investigación (Evaluaciones Tutorales), es de 8.0. La calificación final de la evaluación tutorial es el promedio de las calificaciones asignadas individualmente por los integrantes del Comité Tutoral.

XII.5. Causas de baja

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

En el caso particular del examen de candidatura, si el estudiante no logra acreditarlo en el primer intento, tendrá una segunda oportunidad para aprobarlo, al término del siguiente semestre. En caso de reprobalo por segunda ocasión, causará baja del programa.

Además son motivos de baja definitiva:

1. Cuando el alumno 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 DES de Ciencias Naturales.
3. Incurrir en faltas éticas en la investigación (por ej. que se cometa fraude científico).

XIII. TRANSICIÓN CURRICULAR.

No aplica por ser un programa educativo de nueva creación.

XIV. OPERATIVIDAD Y VIABILIDAD DEL PLAN.

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. Fuentes de financiamiento para su operación.

XIV.1. Estructura de la organización operativa

En la Figura 2 se observa el diagrama general de la organización operativa del posgrado, en el cual intervienen las Unidades Académicas de la DES de CN. Este diagrama surge del Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM, en donde se indican las reglas básicas de operación.

El trabajo conjunto de las Unidades Académicas de la DES de CN 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 Reglamento General de Estudios de Posgrado (RGEP) en los artículos 7º y 10º, aprobado por el H. Consejo Universitario en agosto del 2005, establece

que para la operación de los PE de Posgrado debe integrarse un Consejo Interno de Posgrado (CIP), el cual estará formado a partir de la aprobación de este plan de estudios. El funcionamiento, las obligaciones y las atribuciones del CIP están normados en los artículos 14º, 18º y 19º del RGEF.

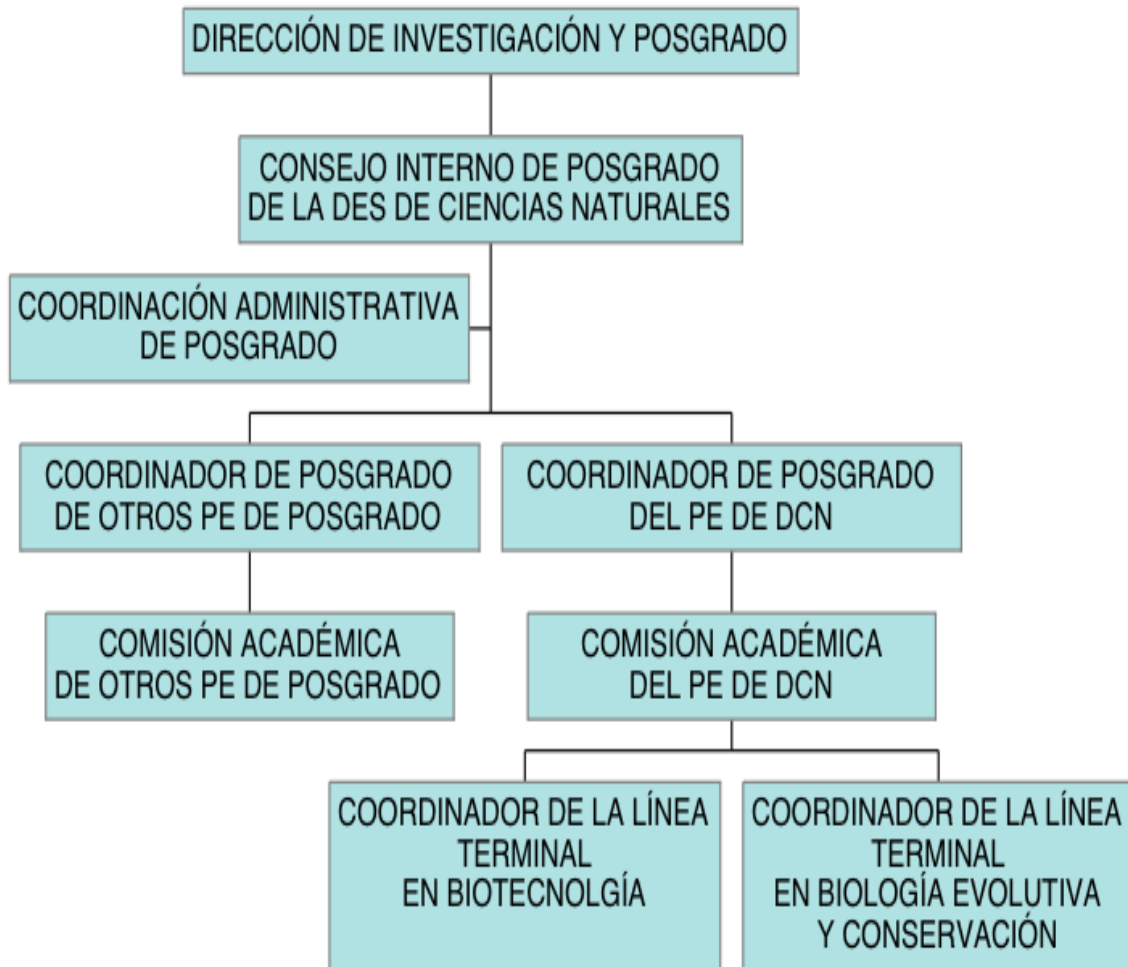


Figura 2. Diagrama de la organización operativa del Doctorado en Ciencias Naturales.

La coordinación de posgrado del PE de DCN recaerá en un profesor miembro de la Comisión Académica y a sugerencia de la misma, será propuesto por los directores de las unidades académicas de la DES de CN al Rector de la UAEM, tal y como lo establece el RGEP, en su Capítulo IV.

La Comisión Académica del PE de DCN está integrada por 8 miembros: el Coordinador de Posgrado del PE, los coordinadores de las Líneas terminales en Biotecnología y en Biología Evolutiva y Conservación, dos Profesores del Núcleo Básico de cada línea terminal y el coordinador administrativo. La duración de esta comisión será de tres años, a partir de la fecha de su elección. Estas comisiones serán ratificadas por el CIP de la DES de CN y sus funciones, además de las referidas en el artículo 21º del RGEP, serán las siguientes:

- 1) Vigilar el desempeño académico de todos los alumnos del doctorado desde su ingreso hasta la obtención del grado.
- 2) Nombrar y vigilar que se lleven a cabo convocatorias de ingreso, comités de admisión, entrevistas, trámites de inscripción, pagos y exámenes de admisión de los aspirantes
- 3) Vigilar de común acuerdo con el Tutor Principal que se programe la presentación oportuna de las evaluaciones tutorales.
- 4) Atender a peticiones de carácter académico de alumnos y profesores, y actuar como órgano de mediación y conciliación entre las partes en caso de conflicto.
- 5) Hacer sugerencias de índole académico a alumnos y profesores del posgrado
- 6) Designar al jurado revisor de tesis y de examen de grado, una vez que el alumno da por terminados sus estudios
- 7) Realizar el seguimiento de las actividades profesionales de los egresados del Programa.

En casos académicos relacionados al posgrado que no estén contemplados en el Plan de Estudios o en el Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UAEM, el Comité Académico los analizará y presentará una propuesta de solución al Consejo

Interno de Posgrado de la DES de CN, quien será la instancia interna para su resolución final.

La Coordinación Administrativa de los PE de posgrado de la DES de CN, es la responsable de apoyar a los estudiantes con los trámites administrativos de su posgrado. Esta coordinación es la responsable de trámites de registro, inscripción, colegiaturas, actas, informes generales del programa, horarios, asignación de espacios para los cursos, 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 DES de CN ante el Rector para su nombramiento final.

XIV.2. Procesos administrativos del Doctorado en Ciencias Naturales

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

XIV.2.1 De la selección del tutor principal y estructura del proyecto de tesis.

El aspirante al DCN deberá seleccionar un tutor principal de tesis perteneciente al Núcleo Básico y avalado por la Comisión Académica del PE de DCN. El proyecto de investigación será preparado por el aspirante bajo la supervisión del Tutor Principal, quien fungirá como Director de tesis. El proyecto deberá incluir título, introducción, justificación, planteamiento del problema, objetivos e hipótesis, estrategia experimental, bibliografía y cronograma de actividades.

XIV.2.2. Procedimiento para la integración de Comités Tutorales y Evaluaciones Tutorales

1. La Comisión Académica del PE de DCN, a propuesta del Tutor Principal, designará al Comité Tutorial del alumno, que deberá estar conformado por 5 PTCs, de los cuales al menos tres deberán estar adscritos al PE del DCN y máximo dos podrán ser PTCs externos. En casos especiales, un alumno podrá

- tener un Co-tutor, previo análisis y autorización de la Comisión de Académica. El Tutor Principal formará parte de este Comité Tutorial. Cuando se trate de una Co-tutoría, sólo uno de los dos co-tutores se integrará al Comité Tutorial.
2. El alumno presentará seis evaluaciones tutorales, una por semestre.
 3. El Comité Tutorial será la autoridad máxima a la que el alumno deberá responder académicamente en todo lo relacionado a su trabajo de investigación. Las funciones del Comité Tutorial incluyen:
 - a) Apoyar y asesorar al alumno en la elaboración de su trabajo de tesis.
 - b) Calificar el desempeño académico referente al trabajo de tesis del alumno durante el periodo correspondiente, en escala de 1 a 10, siendo la calificación mínima aprobatoria 8 en todos los casos.
 - c) Reunirse con el alumno, de forma oficial, en los periodos asignados para la realización de evaluaciones tutorales.
 - d) Otorgar el visto bueno al trabajo cuando este se encuentre debidamente terminado para que el alumno proceda a la obtención del grado.
 - e) El Comité Tutorial podrá recomendar un mayor número de evaluaciones tutorales sin valor curricular.
 - f) Además de las señaladas en el artículo 91 del RGEP
 4. Las responsabilidades del alumno incluyen:
 - a) Coordinar las fechas y horarios para la presentación de las evaluaciones tutorales con todos los miembros del Comité Tutorial, dentro del periodo establecido por la Comisión Académica.
 - b) Entregar un documento escrito con los avances del proyecto de tesis a los miembros del Comité Tutorial, al menos una semana antes de la fecha concertada para la evaluación. El documento deberá estar firmado por el Tutor principal.
 - c) Presentar en forma oral las evaluaciones tutorales en las fechas programadas.
 - d) Discutir permanentemente el trabajo académico con los tutores, tanto en forma colegiada como individual.
 5. Para cualquier cambio en las fechas programadas para la presentación de la evaluación tutorial, el alumno deberá presentar una justificación por escrito dirigida a la Comisión Académica, con el visto bueno del tutor principal.

6. En casos de incumplimiento, se aplicará lo previsto en la sección “criterios de evaluación” descrita más abajo y en el RGEP.
7. Para la presentación de la evaluación tutorial, deberán estar presentes al menos cuatro miembros del Comité Tutorial.
10. Cada uno de los miembros del Comité Tutorial deberá asignar una calificación numérica en cada uno de los rubros señalados en las actas de evaluación.
11. La calificación final de la evaluación tutorial será el promedio de las calificaciones otorgadas individualmente por los miembros del Comité Tutorial.
12. Se podrá solicitar cambio de proyecto bajo la dirección del mismo tutor, hasta el segundo semestre, previa autorización del Comité Tutorial y la Comisión Académica.
13. Se podrá solicitar cambio de tutor, previa autorización del Comité Tutorial y la Comisión Académica.

Los **criterios de evaluación** de las evaluaciones tutorales serán los siguientes:

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

Lo anterior se ajustará en congruencia con los instrumentos de evaluación (ver apartado de Evaluación del Aprendizaje)

XIV.2.4. De los profesores

Todos los profesores adscritos al PE de DCN deben participar en al menos un curso obligatorio, curso optativo, Comité Tutorial para justificar su permanencia.

XIV.2.5. Procedimiento para asignación de cursos optativos a profesores

Los cursos serán asignados por el Consejo Interno de Posgrado en función de las áreas del conocimiento establecidas en el Plan de Estudios y a los Perfiles establecidos en cada uno de los programas de los cursos.

XIV.2.6. Procedimiento para la resolución de apelaciones

Las apelaciones serán remitidas a los órganos competentes.

XIV.2.7. Fuentes de financiamiento para su operación

El financiamiento para la operación del posgrado proviene de diferentes fuentes. El trabajo experimental de cada estudiante es financiado por proyectos específicos insertados en las líneas de investigación de la DES de CN, los cuales son financiados por la gestión los PTCs. El financiamiento proviene de diferentes fuentes como del CONACYT-SEP, organizaciones financiadoras nacionales e internacionales.

Asimismo, los programas institucionales como el PIFI y POA serán una fuente importante de recursos que para FORTALECER la infraestructura de la DES de CN.

XIV.3. Recursos humanos

El núcleo básico de la planta académica está conformado por 21 PTCs y 1 PTP, el 100% cuenta con Reconocimiento de Perfil Deseable PROMEP y todos pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT: uno con nivel 3, tres con nivel 2, catorce con nivel 1 y cuatro candidatos (Tabla 8). Las líneas terminales del doctorado estarán atendidas en forma equilibrada por 11 PTC's. Además, se cuenta con un núcleo de profesores asociados (Tabla 9).

Tabla 8. Profesores del núcleo básico del Programa Educativo del Doctorado en Ciencias Naturales.

PROFESOR INVESTIGADOR DE TEMPO COMPLETO	UNIDAD ACADEMICA DE ADSCRIPCIÓN	INSTITUCIÓN QUE OTORGÓ EL GRADO	SNI
Alejandro Flores Palacios	CEAMISH	Instituto de Ecología A.C.	1
Valentino Sorani Dalbon	CEAMISH	Instituto Nacional Agronómico, Francia	1
Dulce Maria Arias Ataide	CEAMISH	Jardín Botánico Rancho Santa Ana, EUA	1
Cristina Martínez Garza	CEAMISH	Universidad de Chicago EUA	1
David Valenzuela Galván	CEAMISH	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Efraín Tovar Sánchez	CEAMISH	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Víctor Hugo Toledo Hernández	CEAMISH	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Cristina Saldaña Fernández	CEAMISH	Universidad Autónoma Metropolitana	C
Angélica María Corona López	CEAMISH	Universidad Nacional Autónoma de México	C
Rodolfo Quintero Ramírez	CEIB	Instituto Tecnológico de Massachussets, EUA	3
María Luisa Villarreal Ortega	CEIB	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	2
Elba Villegas Villarreal	CEIB	Universidad del Estado de Oklahoma, EUA	2
Gabriel Iturriaga de la Fuente	CEIB	Universidad de Cambridge, Inglaterra	2
Víctor Manuel Hernández Velázquez	CEIB	Universidad de Colima	1
María del Carmen Gutiérrez Villafuerte	CEIB	Universidad de Connecticut, EUA	1
María del Refugio Trejo Hernández	CEIB	Universidad de Provence, Francia	1
Patricia Castillo España	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Ramón Suárez Rodríguez	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México	1
Alexandre Toshirrico Cardoso Taketa	CEIB	Universidad de Bonn, Alemania	1
José Luis Báez Viveros	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México	C
Juan Manuel Caspeta Mandujano	CIB	Academia de Ciencias de la República Checa	1
José Antonio Guerrero Enríquez	FCB	Instituto de Ecología A.C.	C

Tabla 9. Profesores asociados al Programa Educativo del Doctorado en Ciencias Naturales.

PROFESOR DE TC	UNIDAD ACADEMICA	INSTITUCIÓN QUE OTORGÓ EL GRADO
Elizabeth Arellano Arenas	CEAMISH	Universidad de Brigham Young, EUA
Francisco Xavier González Cózatl	CEAMISH	Universidad de Brigham Young, EUA
María Marcela Osorio Beristain	CEAMISH	Universidad Nacional Autónoma de México
Néstor Mariano Bonigo	CEAMISH	Universidad Nacional Autónoma de México
Oscar Dorado Ramírez	CEAMISH	Jardín Botánico Rancho Santa Ana, EUA
Raúl Alcalá Martínez	CEAMISH	Universidad Nacional Autónoma de México
Anabel Ortiz Caltempa	CEIB	Instituto Politécnico Nacional
Ángeluz Olvera Velona	CEIB	Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Edgar Dantán González	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México
Fernando Martínez Morales	CEIB	Universidad Nacional Autónoma de México
María Laura Ortiz Hernández	CEIB	Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Jorge Luis Folch Mallol	CEIB	Universidad de Sevilla, España
Armando Burgos Solorio	CIB	Colegio de Posgraduados, Chapingo
Rosa Cerros Tlatilpa	FCB	Universidad de Riverside, EUA

El personal académico del núcleo básico y el personal académico asociado al DCN desarrollan investigación básica y aplicada dentro de las LGAC's generales siguientes:

Línea Terminal: Biotecnología

- 1) Estudios integrales de plantas medicinales: Aspectos biológicos, químicos y biotecnológicos.
- 2) Actividad biológica de compuestos naturales y antropogénicos
- 3) Biorremediación de ambientes contaminados y tratamiento de residuos.
- 4) Control biológico de plagas.
- 5) Tolerancia al estrés abiótico.

Línea Terminal: Biología Evolutiva y Conservación:

- 1) Ecología Evolutiva
- 2) Sistemática y Evolución
- 3) Morfología comparada
- 4) Manejo de Recursos Naturales y Educación Ambiental

XIV.4. Recursos materiales

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

Dos Cromatógrafos de gases, 4 equipos de HPLC con diferentes detectores, un cromatógrafo de gases acoplado a espectrómetro de masas, un secuenciador automático de ADN, espectrofotómetro de absorción atómica, espectrofotómetros UV, microscopios estereoscópicos, microscopios compuestos, liofilizadoras, fermentadores de diferentes volúmenes, Termocicladores, ultracentrífuga, centrífugas, ultracongeladores, incubadores de ambiente controlado, estufas incubadoras, incubadoras, campanas extractoras, campanas de flujo laminar, refrigeradores, cuarto de cultivo, cuarto de crecimiento de plantas, cuarto de revelado, desionizador, cuarto para biorreactores, cuarto frío y autoclaves, por mencionar los más importantes.

Cuenta además con tres centros de cómputo que proporcionan servicio a los estudiantes del posgrado. Estos centros cuentan con 40 computadoras conectadas a internet, además de los servicios básicos como impresoras, escáners y copiadoras.

La DES también ha logrado mantener tres bibliotecas que proporcionan servicio a profesores y estudiantes del Posgrado. A la fecha se cuenta con 2500 libros. Además la UAEM tiene un contrato con la base de revistas electrónicas Ebsco Host.

Para poder impartir los cursos de forma más práctica, la DES 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.

XIV.5. Recursos físicos

En la DES de CN se tienen 17 aulas distribuidas de la siguiente manera: 13 en la FCB, 2 en el CEIB y 2 en el CIB. Estos espacios cuentan con equipo audiovisual para impartir clases. Se cuenta con 104 cubículos individuales o compartidos: 21 en la FCB, 15 en el CEIB, 43 en el CIB y 21 en el CEAMISH. Se cuenta además con 4 salas de juntas.

Se tienen 20 laboratorios de investigación: 4 en la FCB, 1 en el CIB, 10 en el CEIB y 4 en el CEAMISH. Estos los laboratorios de docencia e investigación cuentan con medidas de bioseguridad y seguridad de acuerdo a las NOM'S.

También se cuenta con una Estación Biológica en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, con dormitorios, comedor, cocina, y auditorio. Además, se tienen colecciones científicas de vertebrados (Aves, Anfibios y reptiles, Mamíferos) e invertebrados y un Herbario, así como un Bioterio.

XIV.6. Estrategias de desarrollo.

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

1. Formación de los PTC's en la modalidad del sistema de enseñanza contemplada en el plan a través de cursos y talleres.
2. Mantener el perfil deseable reconocido por PROMEP de todos los PTC adscritos al PE.
3. Incentivar y lograr el ingreso del grupo de profesores asociados del PE al Sistema Nacional de Investigadores.
4. Asegurar la permanencia de los profesores del núcleo básico del PE en el Sistema Nacional de Investigadores.
5. Promover el intercambio académico de los PTC pertenecientes a este Programa, a través de convenios de colaboración con grupos de reconocido prestigio de IES nacionales e internacionales.

6. Promover estancias de investigación de los PTC pertenecientes a este PE con Cuerpos Académicos consolidados de otras IES y con grupos de reconocido prestigio en el campo de la Ciencias Naturales a nivel internacional.
7. Someter proyectos de investigación a Agencias Financieras para la obtención de recursos.
8. Fortalecer la infraestructura de la DES de CN.
9. Establecer convenios con otras instituciones que nos permitan acceder a un número mayor de revistas internacionales.
10. Promover el PE del DCN en otras IES nacionales mediante el uso de medios electrónicos, impresos, exposiciones en ferias de posgrado, etc.
11. Asegurar la graduación en tiempo y forma de los estudiantes del PE del DCN, mediante el seguimiento continuo de su trayectoria.
12. Establecer y operar un programa de seguimiento del egresado que permita la retroalimentación y medir el impacto de este PE en la sociedad.
13. Para garantizar la movilidad estudiantil se solicitarán recursos a través de las becas mixtas del CONACYT, proyectos de investigación individuales, apoyos de programas institucionales y extraordinarios (PIFI, PROMEP, Convenios bancarios, etc.).

XV. SISTEMA DE EVALUACIÓN CURRICULAR

El Consejo Interno de Posgrado coordinará la evaluación Curricular y actualización de los contenidos temáticos de los cursos obligatorios y optativos a través de las comisiones académicas y coordinaciones de cada línea terminal. Esta evaluación se llevará a cabo cada dos años, en conjunto con la comunidad académica del posgrado.

Lineamientos Generales

Objetivo:

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

- a) Contar con información relevante sobre los logros y dificultades en el tránsito de los estudiantes a través del plan de estudios.
- b) Proponer alternativas para la mejora del PE de DCN.

- 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.

Base Legal: Ley Orgánica, Estatuto de la UAEM y Reglamento General de Estudios de Posgrado.

Criterios de Evaluación Curricular del PE del DCN

Componentes del *Curriculum* sujetos al proceso de evaluación

1. Perfiles del Doctorado.

Los perfiles deben estar sujetos a evaluación y reajustes en forma periódica

- 1.1. Formulación del perfil: claridad, precisión y concisión
- 1.2. Si el perfil responde a los avances de la ciencia y demandas de la sociedad actual y del futuro.
- 1.3. Análisis de la relación entre el perfil y la formación académica de los egresados y el contexto científico social.
- 1.4. Relación del perfil y el mapa curricular con los avances de la ciencia en las áreas del conocimiento.
- 1.5. Si los perfiles propuestos responder a la necesidad de la realidad nacional actual y la sociedad contemporánea

2. Estructura del *Curriculum*

- 2.1. Estructura básica del *Curriculum*: especificaciones en términos porcentuales:
 - cursos de especialización %
 - seminarios de investigación %
 - seminario de Tesis %.
- 2.2. Establecimiento de la correspondencia de los cursos con el perfil.
- 2.3. Los planes de estudio • Pre – requisitos • Créditos (peso académico por número de créditos) • Modalidades de desarrollo de cursos: • Asignaturas • Seminarios
- 2.4. Los cursos. Si describen adecuadamente el contenido temático de las unidades curriculares (cursos) y orientan al profesor y al alumno para el desarrollo de la clase.

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

- 3.1. Evaluación de la ejecución curricular
- 3.2. La evaluación de la enseñanza aprendizaje

4. Materiales disponibles.

Laboratorios, unidades de cómputo, salones de clases, salas de seminario, materiales bibliográficos

5. Docentes.

Si se cuenta con el personal docente idóneo para la aplicación eficiente del plan de estudio, en relación con las siguientes condiciones:

- 5.1. Grados académicos
- 5.2. Publicaciones
- 5.3. Evaluación de los estudiantes

6. Alumnos

- 6.1. Formación previa.
- 6.2. Rendimientos académicos.
- 6.3. Grado de aproximación al perfil de ingreso. Se sugiere la reformulación de una propuesta del perfil de ingreso.

7. Graduación

- 7.1. Número de egresados.
- 7.2. Número de graduados.
- 7.3. Eficiencia terminal.
- 7.4. Tasa de graduación.
- 7.5. Publicaciones de las Tesis.

8. Conclusiones y Recomendaciones