Universidad Veracruzana

Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología

Plan de Estudios 2020

Contenido

1. Datos Generales 5
2. Fundamentación 6
2.1. Análisis de las necesidades sociales 6
2.1.1. Contexto internacional 8
2.1.2. Contexto nacional 8
2.1.3. Contexto regional 10
2.2. Análisis de los fundamentos disciplinares 13
2.2.1. Evolución de la(s) disciplina(s) central(es) 13
2.2.1.1. Trayectoria 13
2.2.1.2. Prospectiva 14
2.2.2. Enfoques teórico-metodológicos 14
2.2.3. Relaciones disciplinares 15
2.2.3.1. Relaciones multidisciplinarias 15
2.2.3.2. Relaciones interdisciplinarias 16
2.2.3.3. Relaciones transdisciplinares 17
2.3. Análisis del campo profesional 18
2.3.1. Ámbitos decadentes 27
2.3.2. Ámbitos dominantes 27
2.3.3. Ámbitos emergentes 28
2.4. Análisis de las opciones afines 30
2.4.1 Contexto internacional 30
2.4.2 Contexto nacional 32
2.4.3 Contexto regional 34
2.5. Análisis de los lineamientos 35
2.6. Análisis del programa educativo 38
2.6.1. Antecedentes del programa educativo 38
2.6.1.1. Planes de estudios anteriores 38
2.6.1.2. Plan de estudios vigente 38
2.6.2. Características de los estudiantes 39
2.6.2.1. Socioeconómicas 39
2.6.2.2. Personales 39
2.6.2.3. Escolares 40
2.6.2.4. Índice de reprobación 40
2.6.2.5. Índice de deserción 41

2.6.2.6. Eficiencia terminal 41
2.6.2.7. Relación ingreso-titulados 41
2.6.2.8. Relación ingreso-egreso 42
2.6.2.9. Tiempo promedio de egreso/titulación 42
2.6.3. Características del personal académico 42
2.6.3.1. Perfil disciplinario 42
2.6.3.2. Perfil docente 43
2.6.3.3. Tipo de contratación 43
2.6.3.4. Categoría 43
2.6.3.5. Rangos de antigüedad y edad 44
2.6.3.6. Proporción docente/alumno 44
2.6.3.7. Relación tutor/tutorado 44
2.6.4. Características de la organización académico-administrativa 44
2.6.4.1. Organigrama 44
2.6.4.2. Funciones 45
2.6.5. Características de la infraestructura, el mobiliario, el equipo y los materiales 46
2.6.5.1. Existencia 46
2.6.5.2. Cantidades 46
2.6.5.3. Condiciones 48
2.6.5.4. Relación con los docentes y los estudiantes 49
3. Proyecto Curricular 51
3.1. Ideario 51
3.2. Misión 52
3.3. Visión 52
3.4. Objetivos 53
3.4.1. Objetivo general 53
3.4.2. Objetivos específicos 53
3.5. Perfiles 54
3.5.1. Perfil de ingreso 54
3.5.2. Perfil de egreso 55
3.6. Estructura y organización del plan de estudios 57
3.6.1. Estructura curricular del plan de estudios 57
3.6.1.1. Justificación 57
3.6.1.2. Esquema de la estructura curricular 59

3.6.1.3. Catálogo de experiencias educativas 62
3.6.1.4. Mapa curricular..... 64
3.6.2. Organización del plan de estudios 65
3.6.3. Descripción operativa 73

1. DATOS GENERALES

Datos generales	
Institución que propone el programa	Universidad Veracruzana
Área Académica	Técnica
Región (es)	Orizaba/Córdoba y Coatzacoalcos/Minatitlán
Facultad o entidad académica	Facultad de Ciencias Químicas
Programa Educativo	Ingeniería en Biotecnología
Grado que se otorga	Licenciatura
Título que se otorga	Ingeniero en Biotecnología Ingeniera en Biotecnología
Año del plan	2020
Créditos	399
Modalidad	Escolarizado

2. FUNDAMENTACIÓN

El desarrollo tecnológico actual exige el desarrollo áreas de estudio en concordancia con los requerimientos del sector productivo, académico y social, así como en apoyo a la evolución de la ciencia y la tecnología. En este contexto, las nuevas técnicas de frontera exigen un aprendizaje de carácter multidisciplinar y especializado para configurar la formación integral e innovadora de los nuevos profesionistas.

La carrera de Ingeniería en Biotecnología abarca disciplinas como las ciencias de ingeniería, biología, química y desarrollo emprendedor, lo que permite la formación de recursos humanos competentes para el diseño, la gestión y el escalamiento de los bioprocesos en beneficio de la sociedad. Son pocas Instituciones de Educación Superior (IES) en el país y en Latinoamérica que ofrecen la carrera de Ingeniería en Biotecnología, sin embargo, la Universidad Veracruzana se ha propuesto que forme parte de sus opciones profesionales para que sus egresados contribuyan a incrementar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, trabajen en la conservación del medio ambiente y brinden soluciones a los problemas actuales en diferentes sectores económicos y productivos.

La carrera de Ingeniería en Biotecnología se define de manera genérica como la aplicación tecnológica de sistemas biológicos y organismos vivos, así como de sus derivados, para la creación o modificación de productos y/o procesos de usos específicos. En el área de la Ingeniería en Biotecnología se vinculan conceptos y metodologías de diversas ciencias, que apoyan el desarrollo científico de la investigación básica y aplicada.

Los profesionales de la Ingeniería en Biotecnología formado bajo la estructura curricular que se propone, cuenta con las competencias profesionales necesarias para su desempeño en el campo laboral dentro del ámbito local, regional y nacional, con capacidad de análisis y síntesis para la investigación, destrezas sociales y habilidades gerenciales y de comunicación; capaces de detectar y resolver problemas y proponer nuevos procesos biotecnológicos.

2.1. Análisis de las necesidades sociales

La carrera de Ingeniería en Biotecnología impacta a la sociedad en la formación de profesionistas capacitados en el empleo de herramientas biotecnológicas aplicadas al sector industrial, agrícola, salud, alimentos y ambiental. De esta manera la Universidad Veracruzana, siempre a la vanguardia, favorece al desarrollo nacional, en nuevos campos del conocimiento, específicamente, mediante la propuesta de un programa de Ingeniería en Biotecnología, que integra y vincula la ingeniería con las ciencias biológicas.

La Ingeniería en Biotecnología proporciona a la sociedad recursos humanos que apliquen los conocimientos biológicos a las actividades relacionadas con el mejoramiento de las condiciones de vida, mediante el empleo y el aprovechamiento de los microorganismos, de los componentes orgánicos y los sistemas biológicos en general, para la obtención y generación de tecnologías limpias que entreguen y aporten al desarrollo sostenible de la sociedad. En este sentido, se considera a la

Biotecnología como el soporte al desarrollo sustentable y amigable del medio ambiente. Estos profesionistas aplican el conocimiento científico y técnico a la explotación de los recursos biológicos, generando fuentes de trabajo y riqueza en el país, aprovechando los recursos naturales endémicos y la calidad en la producción de los mismos, con el diseño de nuevas especies, procesos de biorremediación para el tratamiento de aguas, suelos y la preservación del medio ambiente al proponer tecnologías bajas en emisiones contaminantes. Además de incorporar la nutrición genómica, bioinformática, y biomédica.

Dentro de las disciplinas agronómicas se busca el aumento en el rendimiento agrícola, combatir plagas y enfermedades fitopatógenas, Se analiza las condiciones de estrés abiótico, la nutrición vegetal combatiendo el desabasto de productos agrícolas de primera necesidad. En biomedicina se busca la optimización en los diagnósticos de enfermedades, elevando la sensibilidad en los resultados, y atenuando los elevados costos de producción de kit's diagnóstico y mejorando el acceso para la obtención de los mismos, buscando obtener diagnósticos eficientes y poder dar tratamientos adecuados de acuerdo al tipo de enfermedad.

En la referente a las disciplinas ambientales, una parte importante es la remediación de aguas superficiales contaminadas, evitar la contaminación industrial, así como una mejor formación de cultura ambiental. Promover proyectos de urbanización para combatir la falta de acceso al agua para consumo humano y para agricultura.

En lo referente al área de biotecnología alimentaria se busca promover la seguridad alimentaria con el desarrollo de alimentos con alta calidad nutritiva. El aumento de la población ha generado un desabasto de alimentos nutritivos a nivel mundial, provocando desnutrición y enfermedades no transmisibles, que se reflejan en problemas de salud pública.

Por otra parte, la sociedad actual está sufriendo la pérdida de los valores sociales y el respeto por la vida, la Biotecnología no sólo incluye un profundo y amplio conocimiento científico sino también la ética, la conciencia y la consideración por el entorno. Los constantes cambios en los ámbitos sociales, económicos y tecnológicos, como muchos otros, provocan que las organizaciones busquen nuevas opciones y formas de operar, que les permita diversificar sus productos, optimizar la utilización de los recursos y el cuidado del entorno, de tal manera que puedan ofrecer bienes y/o servicios de clase mundial y así lograr los objetivos que se persiguen, tales como un bienestar para el ser humano, sentido de justicia en la generación de riquezas, ser líderes en su área, incrementar la participación en los mercados globales, contribuir al bienestar de la sociedad y asegurar el desarrollo sustentable.

Es importante también impulsar la investigación científica para efectos del desarrollo social de las zonas rurales, donde el desarrollo humano se ve estancado por rezagos históricos en las tecnologías de producción de bienes y servicios del campo.

2.1.1. Contexto internacional

Actualmente, la Ingeniería en Biotecnología, debido al fenómeno de la globalización ha llevado su cobertura a atender necesidades sociales mundiales, tales como: Productos Agrícolas (alimentos y biocombustibles), mejores diagnósticos de enfermedades, sustentabilidad, educación y empleo. La Ingeniería en Biotecnología tiene impacto en la industria de los productos naturales con actividad biológica, industria de los plásticos y materiales biodegradables, el sector agropecuario, generación de biocombustibles a partir de especies endémicas no usadas en la alimentación, el diagnóstico y propuestas para el mejoramiento de diversos cultivos, el diagnóstico y tratamiento adecuado de las descargas domésticas e industriales, y el control y diseño de los procesos que acompañan lo anterior, entre muchas otras áreas prioritarias para el desarrollo. Así como el desarrollo de métodos que permitan la detección temprana y eficiente de enfermedades; y por otra parte la formulación de productos alimenticios que beneficien la salud y que estén al alcance de la población.

Latinoamérica es una de las regiones con una participación importante en investigación y formación de profesionistas en el área general de Biotecnología. A diferencia de Norteamérica y Europa, existe poca evidencia sobre la evolución histórica de la Ingeniería en Biotecnología en esta región. Sin embargo, se sabe que los países líderes como Brasil y Argentina han enfocado sus esfuerzos en realizar investigación en el área de agrobiotecnología para aprovechar sus recursos naturales y la capacidad productiva debida a su ubicación geográfica y recursos naturales. Por tal motivo, se supone que los programas de estudio en el área Biotecnológica estaban fundamentados en la formación de biotecnólogos con conocimientos básicos y generales de la biotecnología, con énfasis en agrobiotecnología. Posiblemente la creación de carreras biotecnológicas con enfoque ingenieril surgió de la adopción de modelos americanos o europeos y como respuesta a la demanda de profesionistas que ayuden a detonar el potencial industrial de la región en áreas diferentes a la biotecnología agrícola.

2.1.2. Contexto nacional

En México la falta de educación y la deficiente formación en diferentes niveles académicos es una barrera para el desarrollo productivo ya que limita la capacidad de la población para comunicarse de una manera eficiente, trabajar en equipo, usar efectivamente la información para adoptar procesos y tecnologías superiores, así como para innovar y resolver problemas del entorno en el que vivimos. En los últimos 30 años México ha presentado un crecimiento negativo de la productividad, reconociéndose como barreras que limitan la capacidad productiva: la débil estructura institucional, el apenas incipiente desarrollo social, la falta de capital humano especializado, la desigualdad de oportunidades y la escasa proyección internacional. La falta de capital humano no es sólo un reflejo de un sistema de

educación deficiente, también es el resultado de una vinculación inadecuada entre los sectores educativo, empresarial y social (Poder Ejecutivo, 2013).

Estas deficiencias en la educación se han identificado claramente como aspectos estratégicos de gran impacto en el desarrollo social. De ahí que el apoyo a la educación se encuentre declarado en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 dentro de las cinco principales metas. La generación de un país con “Educación de Calidad" implica, entre otras actividades, abatir el rezago social a través del apoyo a la educación superior y fortalecer las carreras cuyos egresados generen un impacto en la productividad económica de la sociedad mexicana.

En México existe disparidad en los niveles de productividad en las diferentes regiones que lo componen. La región Sur-Sureste se considera la más rezagada ya que el nivel de productividad laboral entre 1996 y 2012 se expandió a una tasa media anual de 0.16 %, muy por debajo de la media nacional que fue de alrededor 1 %. Lo anterior se debe, entre otras causas, al capital humano en el cual destacan los siguientes factores: Bajo nivel de instrucción y habilidades por parte de la población y la baja calidad de la educación que impide a la región crecer de acuerdo a su potencial (Diario Oficial de la Federación, 2014). Con el fin de evitar la disparidad entre las diferentes regiones del país y promover la equidad y el desarrollo local y regional, el gobierno federal emitió la declaratoria para el impulso del desarrollo regional del Sur-Sureste en la que se establece el compromiso de impulsar la infraestructura educativa y visualiza a esta región como un polo de desarrollo industrial, turístico, pesquero y de energías de fuentes renovables, entre otros. El poder legislativo a través del Ejecutivo nacional expresa la voluntad de tomar acciones de estado para encauzar los recursos presupuestarios necesarios con el fin de generar condiciones para acceder a la prosperidad con oportunidades justas, incluyentes y equitativas para todos los mexicanos (Senado de la República, 2015; Diario Oficial de la Federación, 2014; Poder Ejecutivo, 2013).

La biotecnología es una de las áreas del conocimiento científico que ha logrado una evolución más acelerada en las últimas décadas y una de las que mayor impacto ha tenido en el desarrollo de diversos sectores económicos, en particular los orientados al mejoramiento en salud, producción agrícola, producción pecuaria, prevención del deterioro y mejoramiento del ambiente, así como a la transformación industrial orientada a la producción de bienes diversos, fármacos y alimentos. Las aplicaciones de la biotecnología tienen importancia creciente en las economías nacional e internacional; sectores tales como el farmacéutico, la agricultura, el procesamiento y estabilización de alimentos, la remediación de suelos y aguas, así como la generación de productos químicos especializados (Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del IPN, 2010).

2.1.3. Contexto regional

Debido a la riqueza de recursos naturales en la región y al escaso desarrollo industrial, uno de los programas educativos que tiene especial relevancia social es el de Ingeniería en Biotecnología, ya que se considera que el desarrollo de la biotecnología tiene el potencial de cambiar y mejorar las condiciones económicas y sociales de los países en desarrollo coadyuvando a mitigar problemas ocasionados por el crecimiento poblacional desmedido (alimentación, energía, aprovechamiento de recursos naturales, impulso a la tecnología e industria).

Por otro lado, la recientemente la filial de Bayer en Orizaba Veracruz manifestó su interés en tener investigación en productos biotecnológicos, y además de la cercanía con la planta de levaduras ABE Mauri y el desarrollo de las alcoholeras como Alimentos Tenerife empresa de la región hace que el egresado a nivel regional tenga mejores posibilidades de desarrollo.

En conclusión el profesional de la Ingeniería en Biotecnología tiene las competencias para atender necesidades sociales mundiales, tales como: Productos Agrícolas (alimentos y biocombustibles), mejores diagnósticos de enfermedades (en humanos, en animales y en cultivos), sustentabilidad, educación y empleo, desarrollo de productos con actividad biológica, industria de los plásticos y materiales biodegradables, generación de biocombustibles siendo Latinoamérica líder participación en investigación y formación de profesionistas. A nivel nacional se tienen barreras que limitan la capacidad productiva como un reflejo de un sistema de educación deficiente, la generación de un país con “Educación de Calidad" implica, entre otras actividades, abatir el rezago social a través del apoyo a la educación superior y fortalecer las carreras cuyos egresados generen un impacto en la productividad económica de la sociedad mexicana. Las aplicaciones de la biotecnología tienen importancia creciente en las economías nacional e internacional; sectores tales como el farmacéutico, la agricultura, el procesamiento y estabilización de alimentos, la remediación de suelos y aguas, así como la generación de productos químicos especializados. A nivel regional debido a la riqueza de recursos naturales en la región y al escaso desarrollo industrial, uno de los programas educativos que tiene especial relevancia social es el de Ingeniería en Biotecnología, ya que se considera que el desarrollo de la biotecnología tiene el potencial de cambiar y mejorar las condiciones económicas y sociales de los países en desarrollo coadyuvando a mitigar problemas ocasionados por el crecimiento poblacional desmedido (alimentación, energía, aprovechamiento de recursos naturales, impulso a la tecnología e industria).

Por otro lado, la recientemente la filial de Bayer en Orizaba Veracruz manifestó su interés en tener investigación en productos biotecnológicos, y además de la cercanía con la planta de levaduras ABE Mauri y el desarrollo de las alcoholeras

como Alimentos Tenerife empresa de la región hace que el egresado a nivel regional tenga mejores posibilidades de desarrollo.

2.2. Análisis de los fundamentos disciplinares

Introducción

La biotecnología es el conjunto de habilidades requeridas para la utilización de sistemas vivos o la influencia de procesos naturales para producir productos, sistemas o entornos que ayuden al desarrollo humano. Los inicios de la biotecnología se remontan a miles de años hasta la fecha, ésta disciplina va de la mano con los descubrimientos más importantes en el ámbito de la agricultura, desarrollo industrial, necesidades alimenticias, producción de medicamentos y en ámbitos de carácter científico aplicados a la medicina.

La historia de cómo ha evolucionado esta disciplina biotecnológica nos hace ver que existen un conjunto de disciplinas involucradas en la creación de lo que conocemos hasta el día hoy, conforme la civilización humana ha evolucionado desde el año 6000 a.C. donde las culturas de Sumerios y Babilónicos utilizaban la levadura para la preparación de cerveza, hasta llegar a la creación de la primera molécula de ADN totalmente artificial, la cual, podría tener una aplicación en el área de terapias génicas.

Disciplinas como la Biología, Física, Química, Agronomía, Genética, Ingeniería, Bioquímica y Medicina son piezas fundamentales para la creación de la biotecnología, han ido evolucionando a lo largo del tiempo, esto implica que la biotecnología va de a mano de estas y conforme se han realizado nuevos descubrimientos, así como la creación de tecnologías y técnicas más poderosas, ayuda a la evolución de la disciplina. Estas disciplinas tienen características de ser multidisciplinares, así como también interdisciplinares o transdisciplinares y que en conjunto, fortalecen a la biotecnología manteniendo a esta disciplina actualizada y evolucionando de manera constante.

2.2.1. Evolución de la(s) disciplina(s) central(es)

2.2.1.1. Trayectoria

En la actualidad, la biotecnología hace más hincapié en el establecimiento de genes híbridos transferidos a organismos en los que generalmente no está presente alguno o todos los genes de interés. En tiempos antiguos, los agricultores se dieron cuenta que existían mejores especies de plantas, más resistentes, de crecimiento más rápido y que daban una mayor cantidad de frutos, así como de especies animales con mayores capacidades de domesticación, estableciendo una forma primitiva de biotecnología mediante métodos de polinización o cruzamiento. Las formas antiguas de la biotecnología incluyen el entrenamiento y la cría selectiva de animales, el cultivo y la utilización de microorganismos para producir productos como el queso, yogurt, pan, cerveza y vino. La agricultura temprana se concentró en la producción de alimentos.

En la década de 1920 se inició la producciónd de productos químicos útiles a través de procesos biológicos, cuando Chaim Weizmann utilizó *Clostridium acetobutylicum* para la conversión de almidón en butano y acetona (la acetona producida de esa manera se usó como un componente esencial de los explosivos durante la Primera Guerra Mundial). A principios del siglo XVIII, los desarrollos en biotecnología tendían a unir la industria y la agricultura. Más tarde, algunos procesos básicos de biotecnología, como la fermentación, se refinaron para desarrollar solventes de pintura para la industria automotriz emergente.

El inicio de la Segunda Guerra mundial trajo la fabricación de penicilina. La producción de antibióticos a partir de microorganismos se hizo posible cuando Fleming descubrió la penicilina, que luego produjo en gran escala a partir de cultivos de *Penicillium notatum*. El enfoque de la biotecnología se desplazó a los productos farmacéuticos.

Actualmente la biotecnología se está utilizando en numerosas disciplinas, incluida la biorremediación, la producción de energía y la agricultura de procesamientos de alimentos. La producción de insulina y otros medicamentos de base biotecnológica (productos biofarmacéuticos) se producen a través de la clonación de vectores con genes de interés. Los inmunoensayos son utilizados para determinar la eficiencia de drogas y pruebas de embarazo. En la agricultura, los inmunoensayos son utilizados para determinar niveles peligrosos de pesticidas y toxinas en cultivos y productos de origen animal.

Como se mencionó anteriormente, la biotecnología no es nueva, ya que la civilización humana ha estado explotando organismos vivos para resolver problemas y mejorar nuestra forma de vida durante milenios. Las tecnologías de producción y los procesos involucrados en la cría de animales, la agricultura, la horticultura, etc., utilizan plantas y animales para producir productos útiles. Sin embargo, tales tecnologías no son consideradas como biotecnología, ya que son disciplinas bien reconocidas y bien establecidas por derecho propio. Hoy en día, la explotación de células animales y vegetales cultivadas *in vitro*, así como sus componentes para generar productos / servicios, es una parte integral de la biotecnología.

2.2.1.2. Prospectiva

2.2.2. Enfoques teórico-metodológicos

Es bien sabido que la aplicación de técnicas en materiales biológicos se considera biotecnología. Para comprender cómo funciona la biotecnología, es importante pensar en el punto de partida o el material para los procesos de biotecnología. En general, la biotecnología utiliza materiales vivos o productos biológicos para generar nuevos productos para su uso en diversas aplicaciones médicas, agrícolas, farmacéuticas y ambientales. El objetivo final de la biotecnología es beneficiar a la

humanidad, por ejemplo, mediante la producción de cultivos resistentes, vegetales, proteínas recombinantes, animales de mayor producción de leche, etc.

Se han llevado a cabo diferentes etapas de desarrollo en la biotecnología para satisfacer las diversas necesidades de los seres humanos en ese momento. Su desarrollo se basó principalmente en observaciones, y la aplicación de estas observaciones a escenarios prácticos. Debido a la evolución de las nuevas tecnologías y una mejor comprensión de los diversos principios de las ciencias de la vida, la complejidad de la biotecnología ha aumentado. El desarrollo de la biotecnología se puede dividir en etapas o categorías amplias, que incluyen:

- Biotecnología antigua (8000–4000 a.C.): historia temprana relacionada con alimentos y refugio; Incluye la domesticación de los animales.
- Biotecnología clásica (2000 a. C.; 1800–1900 d.C.): construida sobre biotecnología antigua; La fermentación favorece la producción de alimentos y la medicina.
- 1900–1953: Genética.
- 1953–1976: la investigación del ADN, la ciencia explota.
- Biotecnología moderna (1977): Manipula la información genética en los organismos; Ingeniería genética; diversas tecnologías nos permiten mejorar el rendimiento de los cultivos y la calidad de los alimentos en la agricultura y producir una gama más amplia de productos en las industrias.

2.2.3. Relaciones disciplinares

2.2.3.1. Relaciones multidisciplinarias

Multidisciplinariedad. Dentro de la investigación científica multidisciplinaria se profundiza y enriquece el estudio de un objeto, sin abandonar su origen disciplinario, ya que se mantienen las ciencias y sus límites y no se alteran los fundamentos. Sólo aplica la suma de conocimientos parciales. El uso de la información de las disciplinas como computación e idiomas, entre otras; implica la Multidisciplinariedad, que permite genera herramientas fundamentales para la comunicación y compresión con personas de diferentes orígenes y la comprensión de textos especializados escritos en diferentes idiomas.

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

La biotecnología moderna se puede definir como una actividad multidisciplinaria cuyo sustento es el conocimiento de frontera generado en diversas disciplinas, que

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

2.2.3.2. Relaciones interdisciplinarias

La interacción con otras disciplinas de su campo le proporciona elementos para su mejor aplicación y en la industria es trascendental, ya que se relaciona con la administración, agronomía, ingeniería, física, Química y Medicina compartiendo intereses comunes. Sin embargo, la aplicación de la Ingeniería en Biotecnología actualmente no se limita a la investigación, sino también tiene una relevante aplicación en los sectores industriales, comerciales y de servicios, así como en la protección del medio ambiente, por lo que debe haber una estrecha participación con la ingeniería ambiental, para analizar, criticar y realizar propuestas de resolución a problemas producidos por diferentes formas de contaminación. En su enfoque interdisciplinario su amplitud le permite, investigar o resolver problemas complejos, con la aportación de conocimientos y métodos de diversas disciplinas científicas y/o profesionales, que implica un cambio en la actitud hacia el conocimiento.

Todo esto es posible a través del análisis interdisciplinario del entorno natural, facilitado por el conocimiento de frontera generado en los diferentes campos científicos como la ecología microbiana y las nuevas tecnologías como la genómica, bioinformática, proteómica y metabólica que perteneces a la disciplina biológica. El uso combinado de estas disciplinas aporta conocimientos útiles en el desarrollo de nuevas metodologías y aplicaciones biotecnológicas en el control de los contaminantes, la gestión de los recursos hídricos y energéticos y la mejora de la situación sanitaria.

2.2.3.3. Relaciones transdisciplinares

La Ingeniería en Biotecnologías, al considerarse como una sola disciplina, permite visualizar los procesos con un enfoque integral, permitiendo la transdisciplinariedad con las ciencias exactas y biológicas, como la Biología, Genética, Bioquímica y Ingeniería, rompiendo la parcialización del conocimiento que genera la especialización, dándole su lugar a la naturaleza usándola como aliado e ingrediente principal.

Basandose en la transdisciplinariedad, la biotecnología industrial tiene sus comiensos en la producción a gran escala de alcohol y antibióticos basados en microorganismos. Actualmente varios medicamentos farmacéuticos y productos químicos como el ácido láctico, la glicerina, etc., están siendo producidos por ingeniería genética para una mejor calidad y cantidad. La biotecnología nos ha proporcionando técnicas muy eficientes y económicas para la producción de una variedad de productos bioquímicos, por ejemplo, enzimas inmovilizadas. La ingeniería de proteínas es otra área importante donde las protéinas y enzimas existentes se remodelan para una función específica o para aumetar la eficiencia de sus función. El biotecnólogo tiene un lugar importante dentro del sector industrial, por ejemplo, aplica sus conocimientos en el área de la biomedicina para la producción a gran escala de compuestos de orígen biológico.

Como la mayoría de las disciplinas, requiere de la formación de individuos con actitudes que permitan la solución de problemas concretos, por lo que es importante, dentro de las perspectivas considerar la inclusión de saberes como liderazgo, trabajo colaborativo, relaciones humanas, ética, entre otras características y valores. La formación dual, es otro valor agregado a la formación del biotecnólogo, ya que fortalece la vinculación entre la parte académica y la iniciativa privada. El estudio de la disciplina de la Ingeniería en Biotecnologías requiere que el individuo sea capaz de aplicar métodos, técnicas y habilidades adquiridas en las aulas y en la industria, para poder solucionar los problemas en cualquier situación que se presenten.

2.3. Análisis del campo profesional

Introducción

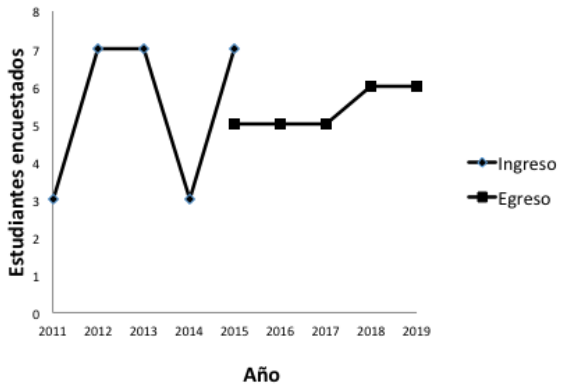
El Programa educativo de Ingeniería en Biotecnología de la Universidad Veracruzana se imparte en las regiones de Orizaba y Coatzacoalcos, en donde se observan que hay similitudes en el ámbito profesional pero también diferencias que se han estado identificando para poder trabajar en conjunto. En la región de Orizaba predomina principalmente la industria de alimentos y farmacéutica, y han sido las principales fuentes de empleo para los egresados de esta Región, en donde participan principalmente el control de calidad de sus procesos, análisis químicos y desarrollo de proyectos. Por otra parte, en Coatzacoalcos, la industria que predomina es la petroquímica y en su mayoría implican procesos químicos para la obtención de una gran variedad de productos derivados del petróleo, usualmente tienen como necesidades el tratamiento de aguas residuales y el control de calidad de productos químicos. En la administración portuaria integral (API) de Coatzacoalcos se requiere del control de importación y exportación de productos agroalimentarios.

Por otra parte, está la industria agroindustrial y ganadero de los lugares cercanos a Coatzacoalcos como Acayucan y Cosoleacaque en donde las necesidades son en la mejora en la producción de leche, alimentación animal con ensilados y la fabricación de productos lácteos. Existen empresas que tratan los suelos contaminados con complejos enzimáticos y que requieren monitoreo de degradación de hidrocarburos. Por otra parte, hay interés por desarrollar investigación pero no hay un posgrado en Biotecnología en las dos regiones lo que hace emigrar a los estudiantes a otras zonas del país para estudiar en Universidades de reconocido prestigio como el CINVESTAV o el COLPOS.

Reporte general de resultados

Se realizó una encuesta a los egresados vía internet, en la que se les envió el link por correo electrónico para contestar un cuestionario en donde se obtuvieron un total de 27 encuestas. Sobre el resultado de estas se realiza el presente análisis y que permiten encontrar cosas en común. En esta encuesta contestaron estudiantes del sexo femenino (55.5%) y masculino (44.5%). La mayoría fueron del campus Orizaba (88.9%) y el resto fueron de Coatzacoalcos (11.1%). Dentro del rango de edad se encuentra que la mayoría tienen entre los 23 y 26 años (88.9%) y entre los 27-30 años está solo en el 11.1%, atribuido a los pocos años que lleva el programa.

En la siguiente gráfica se muestra la cantidad de estudiantes que ingresan y egresan por años, de donde se puede concluir que de los estudiantes que ingresan comenzaron a egresar a partir del 2015, en donde se ve que hay un incremento de un 14% en elnúmero de egresados a partir del 2018, esta tendencia puede ser que se mantenga o incremente en los próximos años.



De los egresados casi el 50% de ellos son asalariados (48.1%) y trabajan en la industria privada, de ahí siguen los que se encuentran estudiando un posgrado que son el 22%, y de ahí el resto (29.9%) trabaja por su cuenta, no tienen trabajo o ya terminó su contrato.

Al momento de egresar, el tiempo transcurrido entre su egreso y su primer empleo relacionado con su profesión, la mayoría mencionó que logró colocarse en menos de 6 meses (50%), después un 36% encontró empleo entre los 6 y 12 meses y un 14% dijo haber encontrado empleo después de los 12 meses. Por otra parte, de las contrataciones, el 70% pertenece al sector privado y el 30% al sector público. La actividad que desarrollan es variada principalmente en áreas como la agroindustria/alimentos (23%) y laboratorio (23%), de ahí le siguen la educación (18%), oficinas públicas y privadas dedicadas a la protección del medio ambiente (9%); y recursos humanos, salud (hospital) y farmacéutica son el resto las minoritarias. Por otra parte, de los egresados cerca del 40% indicó que es empleado sin subordinados a cargo, solo un 13% mencionó que está a cargo de subordinados. De ahí algunos indicaron que son profesores (9%), estudiantes (9%), y otros que son minoría como químicos analistas, gerente, asesor.

En cuanto al rango aproximado de su sueldo mensual neto (en pesos mx) en más de la mitad (52%) de los egresados está entre los $6,001 y $10,000; los ingresos mayores solo lo obtienen un 26%, entre los $10,001 y $20,000; y los que tienen ingresos menores o igual a los $6,000 es el 22%.

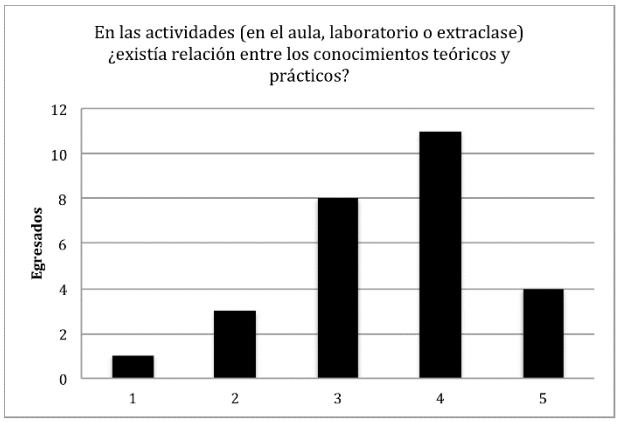
Dentro de las funciones que desempeñan en su trabajo y que están relacionadas con su formación son control de procesos, problemas de química analítica (preparación de soluciones, curvas de calibración), análisis de plaguicidas en alimentos y agroproductos, uso de instrumentos y equipos de laboratorio, análisis de datos, modelaje y redacción, monitoreo de procesos y calidad, asesoría técnica, aplicación de estrategias de desarrollo y gestión de proyectos sustentables, estadística e indicadores de calidad capacitación a estudiantes y auxiliar en distintas tareas de laboratorio, investigación, educación, innovación, propagación de plantas, cultivo de tejido de plantas, preparación de medios de cultivo, producción de biomasa, investigación de alternativas en la remoción de residuos agroindustriales,

modelación y simulación de procesos biológicos, generación de manuales de laboratorio, investigación.

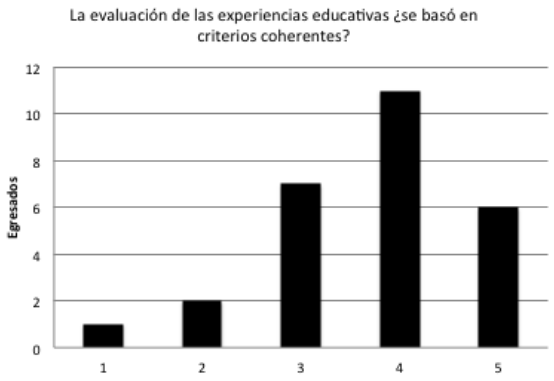
Actualmente algunos egresados están realizando un posgrado, por mencionar algunos se encuentran inscritos en Maestrías en la Universidad Veracruzana como la Maestría en Inteligencia Artificial y la Maestría en Ciencias Biológicas. Dentro del estado de Veracruz también realizan posgrados como es la Maestría en Ciencias, Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Orizaba. Y en otros estados del País realizan estudios de maestría como la Maestría en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional, COLPOS (Puebla) y la Maestría en Biotecnología de Plantas, CINVESTAV. En cuanto a Doctorado se puede mencionar al de Ciencias Biomédicas en la UNAM.

Por otra parte, cuando a los egresados se les cuestionó sobre si los contenidos se duplicaban o repetían en dos o más experiencias educativas, contestaron en su mayoría que algunas veces se repiten (52%), y otros que sí (21%), mientras que un 26% contestaron que no.

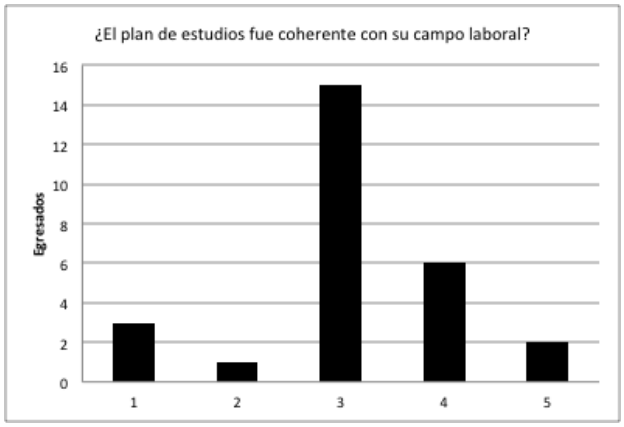
A los egresados se les preguntó sobre si las actividades que tienen en el aula, laboratorio o extraclase, tienen relación entre los conocimientos teóricos y prácticos, a lo que contestaron de manera afirmativa en su mayoría ubicando al 41% dentro de la respuesta 4, como se puede apreciar en la siguiente figura.



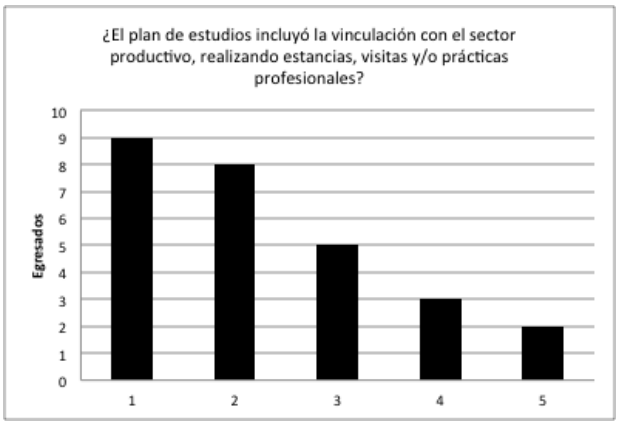
En cuanto a la evaluación de las experiencias educativas, se preguntó si fue con criterios coherentes, a lo que la mayoría respondió de manera afirmativa, siendo en la escala del 1 al 5, el número 4 el mayoritario (41%), siguiéndole el 3 y 5, con un 26 y 22%, respectivamente.



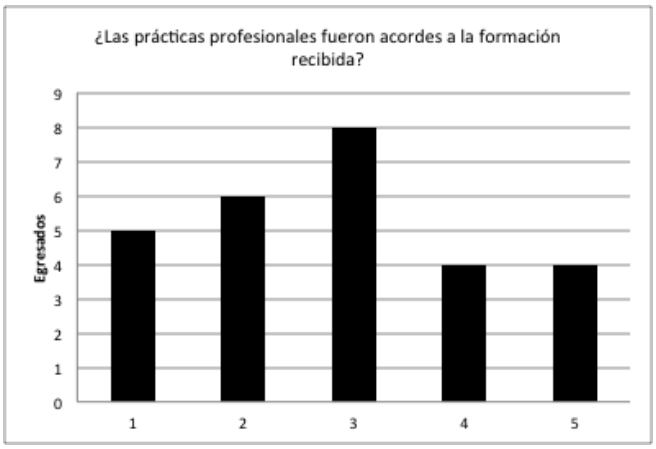
A los egresados se les preguntó si el plan de estudios fue coherente con su campo laboral, a lo que contestó el 56%, dentro de la escala del 1 al 5, en el número 3, lo que es medianamente, esto significa que hay que trabajar más en este sentido, de ahí la respuesta con el número 4 tuvo un 22%, por lo que aún queda trabajo pendiente.



También se cuestionó si dentro del plan de estudios existió vinculación con el sector productivo, mediante estancias, visitas, y/o prácticas profesionales a lo que la mayoría respondió de manera negativa, siendo el 1 dentro de la escala mencionada el que tuvo el mayor porcentaje (33%), seguido del número 2 con 30%, y el número 3 con 19%. Estos resultados son un indicativo de que hay que reforzar esta vinculación y buscar mecanismos de mejora.

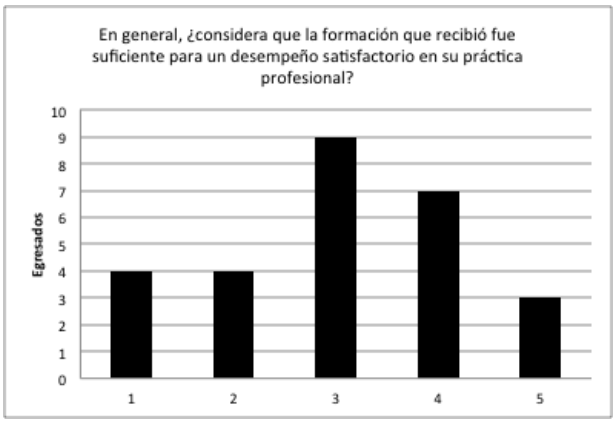


Otra de las preguntas fue si las prácticas profesionales fueron acordes a la formación recibida, a lo que la respuesta no tiene una tendencia hacia lo afirmativo o negativo, siendo el número 3 el que tuvo el mayor porcentaje (30%), mientras que todos los demás números andan entre el 15 y 20% de relevancia.



Ante la pregunta de si los criterios académicos para obtener el grado fueron congruentes con la Experiencia Recepcional, la mayoría contestó de manera afirmativa (93%), lo que deja satisfechos a los egresados.

Se cuestionó sobre si el egresado considera que la formación que recibió fue suficiente para un desempeño satisfactorio en su práctica profesional, a lo que contestaron en su mayoría en el número 3 y 4, con un 33 y 26%, lo que significa que quedan de medianamente satisfechos con la formación que recibió, lo cual puede ser mejorado en las próximas generaciones del programa.



Se preguntó si durante su formación se les enseñó a resolver problemas, a lo que un 74% dijo que estaba satisfecho, y un 7% que estaba muy satisfecho, siendo minoritario el grupo poco satisfecho (11%).

En cuanto a si en la formación se les enseñó a realizar procesos de diseño, contestaron como poco satisfechos (58%), quedando satisfechos un 42%, lo que queda por mejorar.

Sobre si pueden realizar adecuadamente pruebas/experimentos, indicó un 54% que están satisfechos y un 31% muy satisfechos lo que indica que no hay mucho problema en este aspecto, quedando un 15% como poco satisfecho.

En la habilidad de comunicar de forma eficiente, los egresados dijeron estar en su mayoría satisfechos (69%) y muy satisfechos (23%), quedando el 8% como poco satisfechos.

Sobre reconocer responsabilidades éticas y profesionales, la mayoría quedó satisfecho (42%) y muy satisfecho (38%), quedando un 19% como poco satisfecho.

En cuanto a la actualización continua de conocimientos, la mayoría indicó estar satisfecho (69%), y satisfecho (12%), pero quedando un porcentaje del 19% como poco satisfechos.

Los egresados contestaron también que quedaron satisfechos en su mayoría sobre la habilidad de trabajar en equipo (81%), y como muy satisfechos un 15%, quedando un grupo minoritario de un 4% como poco satisfechos.

Actualmente los conocimientos que más utilizan los egresados en su actual empleo se encuentran dentro de la retícula del programa de Biotecnología, mencionaron los siguientes: aplicación y entendimiento de bioprocesos, biología celular y molecular, estadística, control de calidad, normatividad, buenas prácticas de laboratorio, biotecnología vegetal, modelación y simulación, química analítica, computación y uso de paquetería Office, microbiología industrial, física, química inorgánica,

química orgánica, ingeniería genética metabólica, metodología de la investigación, bioquímica y termodinámica.

De los conocimientos que utilizan menos en su actual empleo contestaron que son habilidades del pensamiento, computación básica, plantas in vitro, integrales, diseño de plantas biotecnológicas, biotecnología vegetal, ecuaciones diferenciales, administración de empresas, microbiología, bioestadística, biología, física, enzimología, termodinámica, genética y química orgánica.

Los conocimientos nuevos que consideraron necesarios para su actual empleo son bionegocios, innovación y herramientas de investigación, lenguas extranjeras, bioprocesos industriales, bases de datos, calidad, genética, bioestadística avanzada, manejo estadístico de datos, programación, R y Python, Excel, diseño de proyectos, genética, transformación bacteriana y mutagénesis, como hacer una entrevista exitosa, realizar CV, expresarse de manera correcta, economía, nómina derechos laborales, manejo de Normas Mexicanas y normas ISO, trabajar bajo normas de calidad dentro del laboratorio, trazabilidad, incertidumbres de medición, manejo de equipos de cromatografía liquida y de gases acoplada a espectrometría de masas, laboratorio de cultivo de tejidos, fermentación, bioseparaciones, aplicación de nuevas tecnologías para el desarrollo de un bioproceso, bio-medicina, sistemas, reología, metodología de la investigación.

Los egresados mencionaron que las habilidades aprendidas que utilizan más en su actual empleo son investigación, planeación, implementación de normas en los procesos, higiene y seguridad ambiental, uso del HPLC, comunicación, técnicas moleculares, uso de reactivos y equipo de laboratorio, uso de Excel, manejo de Windows, conocimientos de química analítica, manejo de equipos instrumentales, preparación de soluciones y curvas de calibración, trabajo bajo normas mexicanas y de calidad, buenas prácticas en el laboratorio, seguir lineamientos de seguridad y trabajar de manera ordenada, resolución de problemas, síntesis de información, mejor trabajo y comunicación en equipo, trabajo en equipo, manejo de equipo de laboratorio.

De las habilidades aprendidas que utilizan menos en su actual empleo, contestaron que son técnicas de biología molecular, micro propagación, química inorgánica, matemáticas, química.

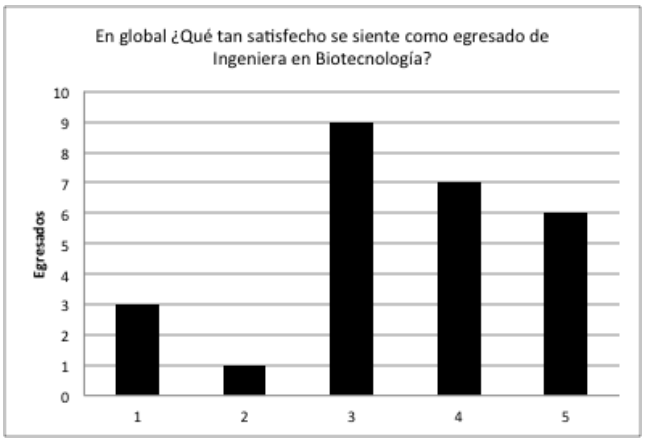
Las habilidades nuevas que consideraron necesarias adquirir/aprender para su actual empleo fueron competencias de TICs, software aplicados al área biotecnológica, desarrollo de programas, actualización continua en técnicas moleculares avanzadas, programación avanzada, manejo de recursos, genética avanzada, conocimientos de calidad y normas mexicanas que se aplican dentro de laboratorios acreditados, química analítica y cuantitativa, liderazgo, manejo de personal.

Se les preguntó cuáles son los valores o actitudes que utilizan más en su actual empleo y mencionaron que es honestidad, reconocimiento y prudencia, responsabilidad, liderazgo, ética, honestidad, liderazgo, integridad, flexibilidad y eficiencia, comunicación, respeto, responsabilidad, puntualidad, respeto, tolerancia, compromiso, imparcialidad, solidaridad, humildad.

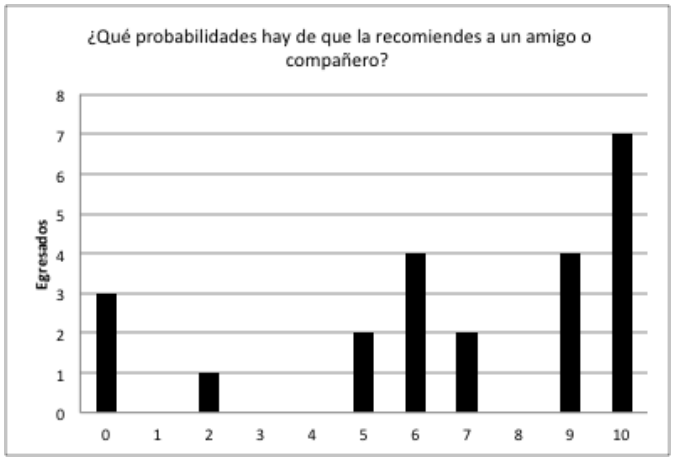
Los valores o actitudes que utiliza menos en su actual empleo mencionaron varios que es ninguno, pero algunos indicaron que por mencionar algo espiritualidad, individualidad, paciencia.

Valores o actitudes nuevas que consideran necesarios para su actual empleo son liderazgo, tolerancia, paciencia, austeridad, honestidad y trabajo en equipo, disciplina, equidad, profesionalismo y empatía.

Se preguntó qué tan satisfechos se encuentran los egresados de Ingeniería en Biotecnología y contestaron en escala del 1 al 5, en su mayoría dieron valores del 3 al 5, predominando el 3 lo que indica que se encuentran de medianamente satisfechos a muy satisfechos con el Programa.



A los egresados se les preguntó también si recomendarían el programa a un amigo o compañero, a lo que contestaron en una escala del 0 al 10, y se encontró que el 26% recomendaría con calificación de 10 y 13% con calificación de 9, lo que es positivo para el programa. En la gráfica siguiente se muestran los resultados de sus respuestas:



La razón principal para que su calificación fuera de 10, es porque dicen amar y disfrutar mucho la carrera y la investigación, y que es un programa muy completo, muy interesante, y que sus conocimientos adquiridos le han permitido el óptimo desarrollo como estudiante de doctorado.

Los que pusieron el 9 indicaron que fue porque los profesores están altamente preparados y que hay éxito en la vida laboral y profesional; que la carrera tiene un amplio perfil para poder desarrollarse en distintas áreas de la industria privada y pública, así como en proyectos de investigación.

Los que indicaron con el 6, que son el 15%, dijeron que fue principalmente porque no hubo un enlace con industrias relacionadas con la carrera, además para quienes queremos desarrollo en la industria tal vez faltó un poco más sobre ello. Otro indicó que los conocimientos están algo desactualizados, que faltaron prácticas en materias como biología molecular y que hay un pobre campo laboral.

Los que dieron la calificación más baja con 0 (11%), indicaron que fue porque los conocimientos adquiridos fueron básicos y que no son suficientes en comparación con lo que se enseña en otras universidades, además que en el campo laboral la situación es muy difícil y que solo se dieron las bases, que debe actualizarse ya que las empresas solicitan otros conocimientos que en la carrera nunca se vieron, y consideran que deberían enfocarse más en lo que las empresas están solicitando; hay muchas materias innecesarias y otras como química analítica y calidad son indispensables y como se aplican dentro de un laboratorio para que sirven y como se pueden utilizar en la práctica, estas son materias que deben reforzar mucho. Así mismo deberían obligar a los alumnos estar en una empresa haciendo sus prácticas profesionales.

2.3.1. Ámbitos decadentes

En el programa de Ingeniería en Biotecnología se detectan varios ámbitos decadentes. En salud ya es muy conocido el proceso de producción tradicional de insulina por lo que ya no se realizan más estudios de investigación, por ahora solo se replica lo que ya está documentado. En los combustibles se identifica que se dejaron de producir biocombustibles a partir de cultivos alimentarios. En agronomía también se comenzó a dejar de investigar en genética tradicional, ya que son metodologías ya bien establecidas.

En el programa se han detectado los saberes decadentes como son el uso de técnicas que utilicen muchos reactivos y que además se generen grandes cantidades de desechos, la aplicación sin justificación de tratamientos con moléculas obtenidas por microorganismos en seres humanos, la modificación genética sin recurrir a la bioética. El uso de sistemas biológicos sin protocolos de bioseguridad, así como la aplicación de genética mendeliana siendo que se puede utilizar la biología molecular. La identificación de microorganismos solo utilizando herramientas taxonómicas siendo que ahora se puede hacer la secuenciación. Se ha dejado de utilizar solventes o reactivos de alto riesgo para la salud.

2.3.2. Ámbitos dominantes

Los ámbitos dominantes en Ingeniería en Biotecnología son variados:

La industria alimenticia: se requieren de nuevos procesos para producir más y mejores alimentos fermentados derivados de la leche (yogur, leche fermentada y quesos), que incluyan prebióticos. El uso de aditivos y colorantes de origen microbiano para la producción de diversos productos (refrescos, caramelos, embutidos, etc.), bebidas alcohólicas. La producción industrial de enzimas para la fabricación de pan, galletas, jugos, embutidos, etc.

Industria farmacéutica: Antibióticos y otros medicamentos, como la insulina y el interferón, producción de vacunas como (p. Ej. hepatitis B).

En la industria textil y del papel: se requieren de enzimas termoestables para ablandar y decolorar telas, así como enzimas que puedan degradar el colorante de las descargas de agua de esa industria; también la producción de enzimas útiles para su empleo en detergentes.

En los combustibles: se busca la producción de bioetanol, biometanol a partir de fuentes lignocelulósicas obtenidas principalmente de desechos agroindustriales. Por otra parte, la producción de biodiesel a partir del cultivo de microalgas se está desarrollando a nivel industrial.

En los plásticos: Se buscan plásticos biodegradables a partir de la producción de bacterias

En servicios: Principalmente en el tratamiento efluentes de aguas contaminadas, en el compostaje de la basura orgánica, la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos.

Agricultura: El empleo de biofertilizantes, el uso de composta para mejorar suelos. Cultivos vegetales resistentes a enfermedades y plagas, tolerantes a condiciones ambientales adversas, o que brindan mejores alimentos.

Los saberes dominantes identificados involucran las cuatro tecnologías ya mencionadas en la sección de análisis a la disciplina, la biotecnología roja (referente a biomedicina), la biotecnología verde (relacionado con las ciencias agronómicas que involucran las áreas terminales de biotecnología de plantas, la biotecnología azul (que estudia lo relacionado con productos biotecnológicos obtenidos de las aguas marinas) y finalmente la biotecnología blanca o gris relacionada con la industria química.

Además, existen otros saberes de gran importancia que son muy útiles en ingeniería genética, técnicas moleculares de ADN recombinante, enzimología y su aplicación en productos biotecnológicos; biotecnología vegetal para el desarrollo de organismos transgénicos y mejoramientos de las especies existentes; desarrollo de nuevos productos aplicando alimentos funcionales y nutraceúticos, nutrigenómica y nutrigenética.

2.3.3. Ámbitos emergentes

Los ámbitos emergentes que han ido presentándose es en temas de bioseguridad, en donde se deben prever y fortalecer las acciones o medidas de seguridad necesarias para reducir los riesgos o probables impactos negativos en la salud humana, medio ambiente y diversidad biológica que pudieran derivarse de la aplicación de la biotecnología, del manejo de un organismo vivo modificado y la utilización de la tecnología del ADN recombinante (ingeniería genética) y otras técnicas moleculares.

La seguridad alimentaria es otra necesidad que viene surgiendo por las crisis alimentarias mundiales, así como tener los argumentos necesarios para defender las ventajas de los organismos transgénicos.

Las terapias génicas también han ido en aumento, esto consiste en introducir genes en las células de los pacientes para sustituir los genes defectuosos por genes funcionales nuevos. Este campo está aún en fase experimental.

El empleo de otras herramientas moleculares y que tienen impacto en los tratamientos con células madre, células cancerígenas, etc., hacen que se utilicen nuevas técnicas que después pueden ser útiles en la medicina. Además, la existe la nanobiotecnología en donde se buscan varias aplicaciones sobre todo en la nanomedicina, y en el desarrollo de nuevos fármacos en los que se estudie además su administración y distribución y metabolismo.

La bioinformática es otro ámbito que crece cada vez más en donde se estudian relaciones filogenéticas, diseño de genes, proteínas etc., con nuevas y mejores funciones y que es un ámbito que crece aceleradamente.

Los saberes emergentes que tiene el programa son variados, la optimización de las técnicas aplicadas sistemas biológicos, organismos vivos o partes de tales organismos, para hacer o modificar productos o procesos, para mejorar plantas o animales, o para desarrollar microorganismos para usos específicos deben ser bien dominadas.

Cada vez aparecen más modelos matemáticos que pueden explicar el comportamiento de los sistemas biológicos.

2.4. Análisis de las opciones afines

Introducción

La biotecnología desarrolla nuevas herramientas y aplicaciones moleculares a gran velocidad. Dichos desarrollos están orientados a la modificación genética de organismos, o al diseño y generación de nuevos organismos y productos biotecnológicos de interés comercial. Los nuevos desarrollos biotecnológicos implican posibles beneficios y posibles efectos adversos en la conservación de la diversidad biológica, así como el uso sustentable de los mismos.

La creciente necesidad por desarrollar procesos más sustentables, aprovechar responsablemente los recursos naturales, así como tener avances en el área de la salud en nuestro país han creado requerimientos de profesionales en el área de la ingeniería capaces de comprender y regular procesos biológicos. En México, existen tanto instituciones públicas como privadas que ofrecen programas educativos referentes al área de la biotecnología tanto a nivel ingeniería como licenciatura. De acuerdo a CIBIOGEM (Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos genéticamente modificados) el cual tiene por objeto formular y coordinar las políticas de la Administración Pública y Federal relativas a la bioseguridad a nivel nacional, existen 19 instituciones que ofrecen programas de estudio enfocados a la biotecnología. Doce instituciones ofrecen ingeniería en biotecnología y seis de ellas a nivel licenciatura.

2.4.1 Contexto internacional

El análisis de los mapas curriculares de los programas afines a la ingeniería en biotecnología en diferentes regiones del mundo con mayor capacidad industrial, científica y tecnológica puede dar un referente oportuno de las tendencias y necesidades actuales de la disciplina. El programa de Ingeniería en Biotecnología presenta un alto grado de internacionalización y es frecuente la movilidad de profesores y estudiantes. Para el presente análisis se partió de la información disponible en línea de las universidades. Así como también, de los que cuentan con programas mejor evaluados en estudios comparativos o “rankings”. De las universidades que cuentan con el programa afín a la biotecnología a nivel internacional (Tabla 1), éstas imparten estudios de biotecnología, aunque varía el nombre del título que se otorga, que puede ser Ciencias en Biotecnología o Licenciatura en Biotecnología, y son públicas y privadas.Se analizó los programas de estudios y sus mapas curriculares, así como los criterios de modalidades de titulación, mercado ocupacional, modelo educativo, créditos y los objetivos curriculares.

El modelo que se observa es rígido y flexible, pero predomina aún el rígido. En la mayoría de los programas no mencionan la realización de un servicio social, pero si se mencionan las estancias en la industria. El tipo de organización se encuentra

como escuelas, departamentos o facultades por lo que no parece ser algo que influya. Los programas de intercambio (Erasmus y otros similares) permiten la realización de estancias en otras universidades, sin embargo, para la asignación de créditos se observa que son distintos a los que se ofrecen en el país, ya que existen créditos ECTS y CLEP, los cuales obedecen a sistemas de transferencia y acumulación de créditos que no se aplican en México. En Latinoamérica, diversas universidades no cuentan con información sobre los créditos necesarios en la carrera de biotecnología. La Universidad Nacional de Quilmes en Argentina es la que mayor número de créditos presenta (Tabla 1). Regularmente los programas duran entre 4 y 5 años, y pueden encontrarse divididos por cuatrimestres o semestres. El campo profesional de intervención abarca al sector público, privado y social, por lo que es bien aceptada. En la mayoría de los programas que se ofrecen, no se presentan a detalle los créditos ni las horas correspondientes a teoría o práctica, por lo que no se puede calcular una distribución porcentual o de equivalencia con los créditos, además de que no se indica cual es la forma de evaluación. Algunos programas si presentan las experiencias educativas por área de formación, las cuales son similares a las que se ofertan en la Universidad Veracruzana, de acuerdo al grado de avance en el programa, los nombres cambian, perocorresponden a las academias de ciencia básica, iniciación a la disciplina, disciplinar y terminal. En lo que respecta a las salidas laterales, se puede observar que se oferta el título de Técnico en Biotecnología, a los 3 años de la carrera.

Por otro lado, con respecto a los objetivos curriculares, la mayoría son similares al nuestro, aunque en algunas universidades se ve más orientado hacia la agrobiotecnología y al desarrollo de bienes y servicios. En algunas opciones universitarias no se especifica el perfil de ingreso ya que solicitan un examen general de conocimientos con validez y que no necesariamente se orienta hacia un perfil específico. Sobre el perfil de egreso se observa que coincide con el perfil de egreso de Ingeniería en Biotecnología de la Universidad Veracruzana, sin embargo, otras universidades no se incluye. También se observó que algunas opciones destacan, en su perfil de egreso,certificar el control de calidad de insumos y productos obtenidos mediante procesos biotecnológicos, así como proyectar y dirigir lo referido a higiene, seguridad, control de impacto ambiental en lo concerniente a su actividad profesional. En infraestructura se observa quealgunas universidades del extranjero tienen laboratorios equipados y con herramientas computacionales de innovación, así mismo, es de importancia tener vinculación con otras universidades o centros de investigación, ya que por ser una carrera que requiere de equipamiento costoso, muchas veces, este equipamiento sólo lo pueden tener unos cuantos. Con respecto al equipo de cómputo no se especifica, sólo hablan de la bioinformática, pero no mencionan las herramientas que utilizan.

Tabla 1. Características de los programas de estudio de Instituciones Internacionales que ofrecen la licenciatura en Ingeniería en Biotecnología

Institución	Ubicación	Gestión	No. De Asignaturas	Duración (Años)	No. De créditos	Titulo que otorga
Universidad Nacional de Quilmes	Argentina	Pública	51	N/D	450	Licenciado en Biotecnología
University of Houston	Houston	Pública	37	4	N/D	Ingeniero Biotecnólogo
Universidad ORT Uruguay	Uruguay	Privada	51	5	N/D	Ingeniero Biotecnólogo
Universidad Santiago de Chile	Chile	Pública	60	5	N/D	Ingeniero Biotecnólogo

2.4.2 Contexto nacional

México, con cerca de 100 millones de habitantes, y con crecimiento previsible de 20 millones más en los próximos 20 años, enfrenta grandes retos para poder proporcionar a sus habitantes servicios y condiciones necesarios para una vida digna. Las demandas por alimentos seguros y nutritivos, medicamentos y servicios de salud modernos, por un medio ambiente no contaminado, por una industria con procesos limpios y productos competitivos y simultáneamente por el cuidado y uso sustentable de nuestra biodiversidad, representan retos extraordinarios para la sociedad mexicana que debemos enfrentar y resolver de manera concertada, inteligente y respetuosa con el medio ambiente. La biotecnología es una de las herramientas más poderosas con las que cuenta México para contender con muchos de estos retos nacionales.

La formación de profesionistas en Biotecnología en México, sigue un inverso al camino transitado por las Licenciaturas tradicionales (Medicina, Ingeniería, Pedagogía, etc.). Las Instituciones de Educación Superior (IES), primeramente, ofertaron la formación de posgraduados en Biotecnología entre los años de 1970 y 1980. En el año de 1993, en México, el Instituto Politécnico Nacional ofertó el primer programa de Licenciatura en Biotecnología (posiblemente el primer programa a nivel mundial). Para el año de 1994 la UNACH (Universidad Nacional Autónoma de Chiapas) apertura la oferta de formación de la Licenciatura de Ingeniero Biotecnólogo (LIBT), la segunda de México y, hasta los primeros cinco años del

presente siglo el programa del IPN (Instituto Politécnico Nacional) y el de la UNACH fueron, en México, los únicos que formaron profesionistas en Biotecnología.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través de la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM), reconoce 20 programas nacionales de estudio de Biotecnología a nivel licenciatura, que comprende: Licenciatura en Biotecnología, Químico Farmacéutico Biotecnólogo e Ingeniería en Biotecnología, siendo esta última la licenciatura de mayor incidencia en el país y que compete al análisis realizado. Para esta revisión, se analizaron 6 programas de estudio de los 20 programas de Ingeniería en Biotecnología que contempla CONACYT (Tabla 2). El análisis se realizó considerando las instituciones en el norte, centro y sur del país.

De los programas analizados,uno se ofrece en una institución de carácter privado y cinco en instituciones públicas. Se puede observar que en la mayoría de los casos los planes de estudio son de cuatro o cuatro y medio años. Esta duración es similar en Programas Educativos relevantes a nivel mundial (Tabla 1). En cuanto al número de asignaturas, se puede observar que los Programas Educativos en México contienen un promedio de 58 materias, siendo el mínimo de 53 y el máximo de 65.

Por otra parte, en los Programas Educativos ofrecidos en México, se puede analizar el número de programas reconocidos por organismos acreditados para la enseñanza de la ingeniería, y los modelos educativos que operan. Al respecto, cuatro programas presentan certificación nacional por el Consejo de Acreditación para la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) o por los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), un programa presenta acreditación internacional por la Comisión de Universidades de la Asociación de Escuelas y Universidades del Sur de Estados Unidos (SCACS) y uno más presenta la acreditación por el Consejo Nacional de la Enseñanza y el Ejercicio Profesional de las Ciencias Químicas A. C. (CONAECQ).

Institución	Ubicación	Gestión	No. De Asignaturas	Duración (Años)	Acreditación	No. De créditos	Titulo que otorga
UADY	Mérida	Pública	57	5	CACEI	400	Ingeniero Biotecnólogo
UPIBI	CDMX	Pública	63	4.5	CIEES	366	Ingeniero Biotecnólogo
UAQ	Querétaro	Pública	55	4.5	CONAECQ	311	Ingeniero Biotecnólogo
ITESM	Monterrey	Privada	65	4	SCACS	N/D	Ingeniero Biotecnólogo
Universidad Autónoma de Aguascalientes	Aguascalientes	Pública	58	4.5	CIEES	371	Licenciado en Biotecnología
Universidad Autónoma de Chiapas	Chiapas	Pública	53	4.5	CIEES	420	Ingeniero Biotecnólogo

2.4.3 Contexto regional

La Universidad Veracruzana (UV), desde el año 2010, se ha sumado a las universidades que ofertan la ingeniería en Biotecnología con la visión de formar profesionales capaces de contribuir en los desafíos a los que nos enfrentamos como sociedad a nivel local, nacional y global. Actualmente esta ingeniería se encuentra en 2 regiones de Veracruz, en la parte centro (Orizaba) y en la región sur (Coatzacoalcos) e ingresan anualmente una plantilla de aproximadamente 80 alumnos. Cabe hacer mención que, en el Estado de Veracruz, la Universidad Veracruzana es la única Institución de Educación Superior que ofrece la Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología.

A través de los 9 años que se ha ofertado ingeniería en Biotecnología en la UV, se ha observado que, de acuerdo a las comparaciones con otras instituciones, que ofertan la carrera de Biotecnología, a nivel internacional y nacional, el plan de estudio puede ser mejorado en diversas áreas, por lo que se hace necesario una actualización del plan de estudios con el objetivo de formar egresados capaces de incorporarse en la industria y la investigación, siendo responsables en los ámbitos social, profesional y personal.

2.5. Análisis de los lineamientos

El presente es un análisis de los lineamientos normativos que enmarcan el diseño, implementación y seguimiento encaminado a la mejora continua de un plan de estudios. Considera como lineamientos normativos Leyes, Reglamentos, Estatutos, Convenios y Manuales externos e internos, que regulan el comportamiento de los actores que intervienen en la puesta en marcha de un plan de estudios o su rediseño.
Esta fase se construye con base a un estudio documental que da la pauta para realizar un análisis comparativo que contribuya a identificar impedimentos y recomendaciones para la puesta en marcha de un nuevo plan de estudios o su rediseño, por otra parte, permite plantear recomendaciones que fortalezcan la actividad sustantiva de un plan de estudios.

Al respecto existen Leyes, Estatutos y Reglamentos emitidos por Secretarias de Gobierno Federal y Estatal, Instituciones Educativas y Asociaciones de Profesionales, interesados en optimizar los servicios que ofrecen las Instituciones de Educación Superior (IES).

Identificara como documentos base para la implementación de un proyecto curricular todos los lineamientos aplicables que emanan de Leyes, Reglamentos, Estatutos, Convenios y Manuales externos e internos, que orienten y faciliten la planeación, ejecución y evaluación encaminado a la mejora continua de un nuevo plan de estudios o su rediseño. Si por el contrario los lineamientos presentes o ausentes limitan el proceso mencionado en los términos del Modelo Educativo Institucional (MEI), nos encontramos con impedimentos. Tales impedimentos ofrecen la oportunidad de realizar las recomendaciones necesarias que avalen la implementación de un nuevo plan de estudios o su rediseño.

El análisis de lineamientos representa una herramienta que ofrece un panorama de los documentos normativos generales que enmarcan las funciones y tareas de quienes intervienen en el proceso de planeación, ejecución, evaluación encaminada a la mejora continua de un nuevo plan de estudios o de su rediseño: personal académico, alumnos y plan de estudios.

Objetivos

- Reconocer bases e **impedimentos** en los lineamientos normativos que consoliden la viabilidad del rediseño curricular.
- Emitir **recomendaciones** que modifiquen los lineamientos normativos para asegurar la viabilidad del diseño.

Con la intención de facilitar el trabajo de análisis considere los conceptos que a continuación se plantean:

Alumno: Son alumnos de la Universidad Veracruzana las personas con inscripción vigente en alguna entidad académica para recibir la enseñanza que en ella se imparte. (Ley Orgánica, Cap. II, Artículo 90.).

Plan de estudios: Conjunto estructurado de experiencias educativas o asignaturas agrupadas con base en criterios, objetivos, perfiles y lineamientos que le dan sentido de unidad, continuidad y coherencia a los estudios que ofrece la institución en los diferentes niveles y modelos educativos, así como en las modalidades aprobadas para la obtención de un título, diploma o grado académico correspondiente. (S.A., 2015).

Personal académico: El personal académico será responsable de la aplicación de los programas de docencia, investigación, difusión de la cultura y extensión de los servicios, aprobados en términos de esta ley y su reglamentación. (Ley Orgánica, Cap. IV, Artículo 96.).

Para realizar el análisis de los lineamientos considere los documentos que a continuación se proponen:

1. Leyes, Estatutos y Reglamentos
a) Externos: Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Ley General de Educación. Ley General de Profesiones. Ley de Profesiones del Estado de Veracruz. Leyes propias de la profesión. Estatutos de Asociaciones y Colegios Profesionales. Reglamentación del servicio social
b) Internos: Ley Orgánica. Estatuto General. Estatuto del Personal Académico. Estatuto de los Alumnos. Reglamento de planes y programas. Reglamento de academias de áreas de conocimiento Reglamentos internos. Reglamento de revalidaciones.
2. Planes, programas y proyectos
a) Externos: Plan Nacional de Desarrollo (vigente). Plan Veracruzano de Desarrollo (vigente)
b) Internos: Plan General de Desarrollo. Universidad Veracruzana (vigente). Modelo Educativo de la Universidad Veracruzana (vigente).

Plan de Desarrollo de la entidad académica (vigente).
3. Convenios y acuerdos:
a) Externos: Acuerdo de la ANUIES, Tepic, 1972.
b) Internos: Convenios universitarios. Acuerdos específicos de Comisiones de Consejo Universitario. Lineamientos para el Control Escolar del MEIF
4. Manuales:
a) Internos: Guía de trabajo del quehacer tutorial. Manuales de procedimientos para trámites académico-administrativos. Manual profesiográfico.

Es de suma importancia tener en cuenta que actualmente nuestro país transita por una transformación estructural, derivada del cambio en el Poder Ejecutivo a nivel Nacional, es por ello, que la Universidad Veracruzana de igual manera se encuentra realizando la reingeniería de su Estatuto General.

En consecuencia, la aplicación de las Leyes, Reglamentos, Estatutos, Convenios y Manuales, tanto externos como internos, se verán modificados impactando todo el trabajo realizado con antelación, es por esto que se considera necesario establecer que la labor realizada con anterioridad a las reformas mencionadas, no se puede ver afectada, y de ser así, deberá ser sujeto de un lapso que permita adecuarla a las nuevas directrices emitidas por la autoridad competente.

2.6. Análisis del programa educativo

2.6.1. Antecedentes del programa educativo

La fecha de la fundación del programa de estudios a nivel internacional es en 1970, a nivel nacional fue en 1993 y a nivel regional en el año 2010.

El programa de estudios fue aperturado el 2 de agosto de 2010.

2.6.1.1. Planes de estudios anteriores

En el recuento histórico, únicamente se cuenta con el registro de un plan de estudios para este programa educativo ya que es de reciente creación. El plan de estudios para el programa educativo de Ingeniería en Biotecnología fue avalado por la Universidad Veracruzana en el año 2010. El objetivo de este plan es formar profesionales competentes para la gestión de bioprocesos, que incluya la propagación y escalonamiento de organismos de interés, como técnicas derivadas de la investigación del área biológica y química, para apoyar la toma decisiones en materia de aplicación, control y diseño de procesos biotecnológicos.

Año del plan de estudios	***Descripción***
2010	El plan de estudios está conformado por 45 Experiencias Educativas, más las de elección libre, sumando un total de 349 créditos.

2.6.1.2. Plan de estudios vigente

El programa educativo de Ingeniería en Biotecnología se imparte en las regiones Orizaba-Córdoba y Coatzacoalcos-Minatitlán. El programa tiene una duración de 3 años y medio (7 períodos), en modalidad escolarizada.
En cuanto a la distribución de las experiencias educativas, el programa de estudios cuenta con 5 áreas de formación, Básica General (AFBG), Iniciación a la Disciplina (AFID), Disciplinar (AFD), Terminal (AFT) y Elección Libre (AFEL). Los datos de la distribución de las experiencias educativas se muestran en la siguiente tabla.

Área de formación	**Número de experiencias educativas**	**Horas teóricas**	**Horas prácticas**	**Créditos**
Área de Formación Básica General (AFBG)	5	4	22	30
Área de Formación Iniciación a la Disciplina (AFID)	11	27	22	76
Área de Formación Disciplinar (AFD)	26	61	61	183

Área de Formación Terminal (AFT)	3	9	0	42
Área de Formación de Elección Libre (AFEL)	4	-	-	18

El perfil de los aspirantes a ingresar a la carrera de Ingeniería en Biotecnología debe contar con conocimientos y habilidades en las áreas de Física, Química, Matemáticas y Biología; conocimientos complementarios de computación, manejo del idioma inglés, así como habilidades en lectura y reacción de textos. En cuanto a sus habilidades y destrezas, los aspirantes deben tener alto sentido práctico y pensamiento crítico, capacidad de observación, análisis y síntesis en la toma de decisiones, interés por la investigación documental y de campo. También deben de tener el deseo por aprender, disposición para el trabajo en equipo, constancia, disciplina y orden en el trabajo, compromiso y responsabilidad.

Los campos de inserción laboral del Ingeniero en Biotecnología son las industrias que utilizan organismos vivos para producir y purificar bioproductos de alto valor agregado, así como las cadenas industriales en que se basa la industria exportadora nacional. Ejemplo de esto es la industria alimentaria y agroindustria, industrias de procesos de fermentación y enzimáticas, empresas encargadas de descontaminación y tratamiento de aguas, explotadoras de desechos procesados, empresas encargadas de productos farmacéuticos, departamentos de preservación del medio ambiente, institutos de investigación, industria pesquera, industria forestal, procesos de cultivo de células y tejidos para terapia génica, producción de proteínas recombinantes, por mencionar algunas.

2.6.2. Características de los estudiantes

2.6.2.1. Socioeconómicas

La comunidad estudiantil del Programa Educativo de Ingeniería en Biotecnología proviene, en mayor proporción, de zonas urbanas que cuentan con servicios de salud, agua potable, alcantarillado, luz eléctrica, entre otros. Además cuentan con viviendas dignas. Alrededor del 95% de los estudiantes dependen económicamente de sus padres, quienes en su mayoría tienen ingresos superiores a $15,000 mensuales.

2.6.2.2. Personales

En cuestión de datos personales de nuestros alumnos, en la regíon Orizaba-Córdoba el análisis de los datos (2016-2019) muestra que las mujeres representan el 59% de la población estudiantil adscrita al programa de Ingeniería en Biotecnología, y los hombres un 41%, por otro lado; la región Coatzacoalcos-Minatitlán, la mayoría de la población estudiantil adscrita al programa de Ingeniería en Biotecnología son hombres, con un 53% y el 47% son mujeres. El estado civil de los estudiantes al momento de ingresar a la universidad es de un 100% soltero, para

ambas regiones. Los análisis clínicos, médicos y dentales, hacen mención que en promedio 90% de los estudiantes están en perfecto estado de salud para ambas regiones la región Orizaba-Córdoba.

Región	% por sexo	% Estado civil	Estado de salud
Orizaba- Córdoba	41% hombres, 59% mujeres	100% Soltero	90% de alumnos sanos
Coatzacoalcos-Minatitlán	53% Hombres, 47% mujeres	100% Soltero	90% de alumnos sanos

2.6.2.3. Escolares

En cuanto a las características escolares de los alumnos adscritos al programa de Ingeniería en Biotecnología, el análisis muestra que el 42.5% de los estudiantes provienen de Bachilleratos generales, 25% proviene de CBTIS, 10% CETIS, 5% CBAEV, 7.5% CONALEP y por último el 10% restante provienen de escuelas particulares. En cuanto al rendimiento académico de su nivel medio superior, los estudiantes adscritos al programa tienen un promedio general del 8.32.

2.6.2.4. Índice de reprobación

Utilizando la plataforma PLANEA UV se realizó el análisis para determinar el índice de reprobación, el histórico muestra que desde la generación 2011 hasta la 2018 en la región Orizaba-Córdoba, el índice de reprobación promedio es del 6.01% para estas 7 generaciones de estudiantes adscritos al programa de Ingeniería en Biotecnología. En la región Coatzacoalcos-Minatitlán, utilizando la plataforma PLANEA UV, el histórico de estas mismas 7 generaciones muestran que el índice de reprobación promedio es del 20.8% para alumnos adscritos al programa de Ingeniería en Biotecnología.

Región	Índice de deserción
Orizaba- Córdoba	Índice de reprobación del 6.01% del año 2011 al 2018
Coatzacoalcos-Minatitlán	Índice de reprobación del 20.8% del año 2011 al 2018

2.6.2.5. Índice de deserción

El análisis realizado para determinar el índice de deserción, utilizando la plataforma PLANEA UV, muestra que desde la generación 2011 hasta la generación 2019 el porcentaje de deserción es de un 23.88%, si hacemos el análisis por generación, vemos una tendencia hacia la reducción de este índice, en la generación 2011 el porcentaje de deserción fue de un 48.57%, pero en la generación 2018 el índice disminuyó drásticamente en un 10%. A partir de la generación 2016 a la 2018, tenemos un índice menor al 20%, lo que podría sugerir porcentajes menores en próximas generaciones.

2.6.2.6. Eficiencia terminal

En cuanto a los alumnos que egresaron dentro de los 7 periodos contemplados en la currícula normal del programa de Ingeniería en Biotecnología, la histórica muestra que desde la generación 2011 hasta la generación 2016, se tiene una eficiencia terminal del 74%. Algunos de los estudiantes que no egresan dentro de los 7 periodos contemplados en la currícula normal, deciden quedarse un periodo más debido a que necesitan más tiempo para poder desarrollar su protocolo de investigación o bien deciden realizar su investigación en otras universidades o institutos. Esto podría evitarse, aumentando el número de periodos dentro de la currícula normal del programa.

Región	Eficiencia terminal
Orizaba- Córdoba	La eficiencia terminal es del 74%
Coatzacoalcos-Minatitlán	No hay información

2.6.2.7. Relación ingreso-titulados

Los datos de la plataforma PLANEA UV nos muestran que sólo en las generaciones 2011 hasta la generación 2013 ya no hay alumnos activos, tomando en cuenta esto, la relación de alumnos ingresados en estas 3 generaciones y titulados es de un 52.6%, en las generaciones subsecuentes aún existen alumnos activos, por lo que no se tomaron en cuenta dichas generaciones para obtener un dato real de esta relación.

Región	Relación ingreso- titulados
Orizaba- Córdoba	Del 2011 al 2013 se cuenta con un total de 133 alumnos ingresados y 70 titulados, (52.6%)
Coatzacoalcos-Minatitlán	No hay información

2.6.2.8. Relación ingreso-egreso

Los datos de la plataforma PLANEA UV nos muestran que sólo en las generaciones 2011y hasta la generación 2013 ya no hay alumnos activos, tomando en cuenta esto, del total de los alumnos ingresados en el programa de Ingeniería en Biotecnología, el 51% egresaron de forma satisfactoria. Desafortunadamente en las generaciones 2014, 15 y 16 aún quedan activos, por lo que no pudieron tomarse en cuenta para esta relación. La explicación de porqué tenemos un valor porcentual de casi el 50% es porque en estas generaciones, el índice de deserción promedio fue de un 40.8%, esto afecta directamente la relación ingreso-egreso, en las generaciones subsecuentes el índice de deserción es menor a un 10%, lo que sugiere que el porcentaje de relación ingreso-egreso mejorará para las próximas generaciones.

Región	Relación ingreso- egreso
Orizaba- Córdoba	A partir del 2011 al 2013 de un total de 133 ingresados, 68 han egresado (51.1%)
Coatzacoalcos-Minatitlán	No hay información

2.6.2.9. Tiempo promedio de egreso/titulación

En cuanto al tiempo promedio de egreso-titulación, secretaría académica reporta que los alumnos que han egresado y que han realizado el trámite para la solicitud de su título, en promedio se tardan un año en realizar dicho trámite.

Región	Tiempo promedio de egreso/ titulación
Orizaba- Córdoba	El tiempo promedio es de 7 períodos/ 10 períodos (1 año en promedio para obtener el titulo después de egresar)
Coatzacoalcos-Minatitlán	No hay información

2.6.3. Características del personal académico

2.6.3.1. Perfil disciplinario

Región	Perfil disciplinario
Orizaba- Córdoba	No hay información

Coatzacoalcos- Minatitlán	Licenciatura en ingeniería en Biotecnología, Licenciatura en Ingeniería Bioquímica, Licenciatura en Ingeniería Química, Licenciatura en Biología, Licenciatura en Química Farmacéutico Biólogo.

2.6.3.2. Perfil docente

Región	Perfil docente
Orizaba- Córdoba	Doctorado en con especialidad en Biotecnología Maestría en Biotecnología Doctorado en Ciencias Biomédicas Ingeniería en Biotecnología
Coatzacoalcos- Minatitlán	Maestría en Ciencias con Especialidad en Biotecnología Doctorado en Ciencias con Especialidad en Biotecnología

2.6.3.3. Tipo de contratación

Región	Tipos de contratación
Orizaba- Córdoba	IOD, IPPL, IPP, PH, PTC
Coatzacoalcos- Minatitlán	IOD, IPPL, IPP, PH, PTC

2.6.3.4. Categoría

Región	Categorías
Orizaba- Córdoba	Titutal C, Titular B, Docente de asignatura B
Coatzacoalcos- Minatitlán	Titutal C, Titular B, Docente de asignatura B

2.6.3.5. Rangos de antigüedad y edad

Región	Rangos de antigüedad y edad
Orizaba- Córdoba	1-18 años de antigüedad
Coatzacoalcos- Minatitlán	1-10 años

2.6.3.6. Proporción docente/alumno

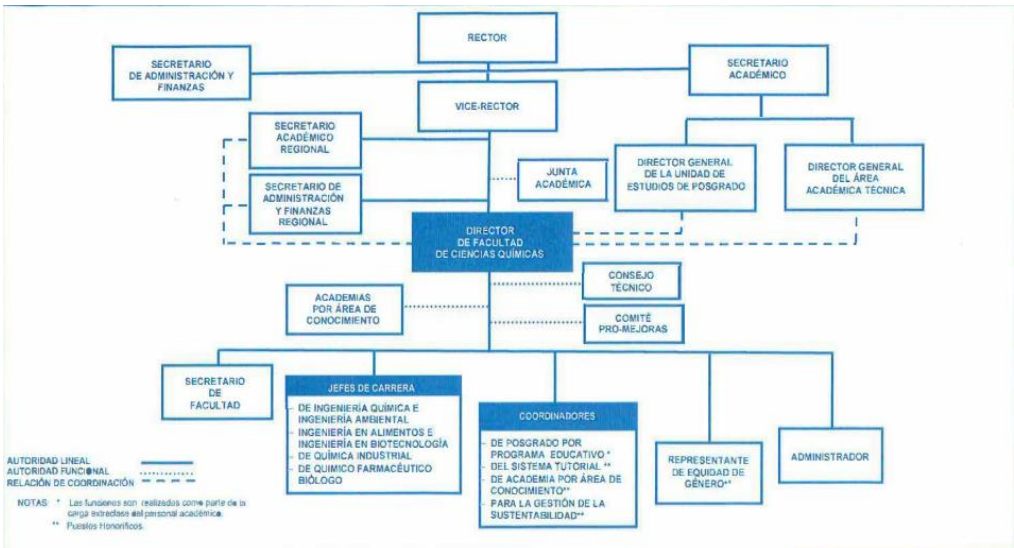
Región	Proporción docente/ alumno
Orizaba- Córdoba	4 alumnos por cada docente
Coatzacoalcos- Minatitlán	7 alumnos por cada docente

2.6.3.7. Relación tutor/tutorado

Región	Relación tutor/ tutorado
Orizaba- Córdoba	A cada docente le corresponde atender en promedio a 12 tutorados.
Coatzacoalcos- Minatitlán	A cada docente le corresponde atender en promedio a 20 tutorados.

2.6.4. Características de la organización académico-administrativa

2.6.4.1. Organigrama



2.6.4.2. Funciones

Función	Descripción
Director	Es la figura que representa a toda la comunidad de la Facultad de Ciencias Químicas, el cual tiene la responsabilidad de la funcionalidad de cada parte que integra a la Facultad.
Consejo técnico	Es el órgano que toma decisiones tanto administrativas como académicas. Está constituido por el director de la Facultad, secretario académico de la Facultad, jefes de carrera, consejero maestro, representante de maestros, consejero alumno.
Coordinadores de academias.	Es la Figura que se encuentra a cargo de todos los docentes que imparten las experiencias educativas por área de conocimiento. El coordinador en conjunto con los docentes que participan en la academia toma decisiones concretas sobre el área de conocimiento de cada programa educativo.
Comité Pro-mejoras	Se encuentra constituido por alumnos representantes de los programas educativos en conjunto con el director. Se encargan de ver el destino de la parte económica que los alumnos aportan para el buen funcionamiento de cada programa educativo y de la Facultad de Ciencias Químicas.
Secretario de la Facultad	Su función es de llevar toda la parte académica-administrativa, tanto de los alumnos como de los docentes. Es el responsable del trabajo que realizan todas las secretarias de la Facultad de Ciencias Químicas a su cargo.
Jefes de Carrera	Su función es el buen funcionamiento del Programa Educativo a su cargo, tanto académico como administrativo. Tiene la responsabilidad de todos los docentes que participan en el programa educativo a su cargo.
Coordinador de posgrado	Es la figura representativa del posgrado que se imparte en la Facultad de Ciencias Químicas y se encuentra a cargo de toda su plantilla docente que participa, así como la parte administrativa de la misma.
Representante de equidad de genero	Es la figura que se encarga de regular el respeto ante todos los que conforman la sociedad de la Facultad de Ciencias Químicas (directivos, docentes,

	secretarias, personal de limpieza y mantenimiento y alumnos).

2.6.5. Características de la infraestructura, el mobiliario, el equipo y los materiales

2.6.5.1. Existencia

En cuanto a infraestructura, la Facultad de Ciencias Químicas Coatzacoalcos y Orizaba cuenta con aulas para licenciatura, centros de cómputo, un salón de usos múltiples y, en Orizaba, se cuenta con aula magna y salón audiovisual, sala de maestros tanto para Orizaba y Coatzacoalcos. Cuenta con laboratorios algunos básicos, de investigación, ingeniería aplicada y de tecnología de alimentos, además de contar, en Orizaba, con un corredor Iindustrial para las ingenierías, así como para Química Industrial., en la Facultad de Ciencias Químicas de ambas regiones Orizaba se cuenta con biblioteca, baños para hombres y mujeres, cafetería, canchas de futbol, básquet y volibol, almacén para reactivos y cubículos de maestros. En lo referente al mobiliario, ambas regionesen la región Orizaba se cuentan con: Sillas para alumnos y docentes, mesas para alumnos y docentes, escritorios para docencia y oficinas, archiveros, gabinetes. Se cuenta con el siguiente equipo: microscopios, balanzas, parrillas de calentamiento, refrigeradores, congeladores, muflas, potenciómetros, polarímetros, refractómetros, espectrofotómetros, colorímetros, estufas, campanas de extracción, centrifugas, rota vapores, baños maría, autoclaves, cámaras de electroforesis, lámparas UV, viscosímetros, beneficio de café, batidoras, bombas de vacío, liofilizadores, cromatógrafos, esterilizadores, micro destiladores, digestor, horno de microondas, ultrasonidos, marmitas, molino de carne, pasteurizador, hornos de panificación, secador de charolas, equipos modulares de simulación a escala.

2.6.5.2. Cantidades

En la Facultad de Ciencias Químicas de Orizaba y Coatzacoalcos, se cuenta con 25 aulas, 2 centros de cómputo, 1 aula magna y 1 aula audiovisual, una sala de maestros, una biblioteca, cafetería, sitios de esparcimiento y para el desarrollo de AFEL en el área de deportes, que son dos canchas, una de voleibol y básquetbol, así como un campo de fútbol. Se cuenta con un almacén de reactivos y material donde se resguarda y entrega a los estudiantes lo requerido cada periodo, el inventario de este almacén cuenta con 4000 reactivos y 15 mil piezas de material de vidrio. Existen también 26 cubículos para maestros. El mobiliario consta de mesas y sillas y en algunos casos de sillas de paleta, el total de mobiliario es compartido entre los 6 programas educativos y se administran mediante horarios que permiten optimizar los recursos para el total de estudiantes de la entidad académica. Además existen escritorios, archiveros y gabinetes para uso de docentes y personal administrativo de la facultad. Los laboratorios y el corredor industrial cuentan con el equipo necesario para el desarrollo de los trabajos prácticos de las Experiencias Educativas cursadas por los estudiantes, de igual

modo, son compartidos entre los seis programas educativos, en la tabla siguiente se mencionan y enumeran los equipos con los que se cuenta.

Cantidades				
Región	**Elementos**			
	Infraestructura	**Mobiliario**	**Equipos**	**Materiales**
Orizaba-Córdoba	25 aulas. 2 centros de cómputo. 1 aula magna. 1 audio visual. 1 Sala de maestros. 24 laboratorios. 1 biblioteca. 3 baños mujer y hombre. 1 baño para mujeres. 1 cafetería. 1 cancha de volibol y de básquet. 1 almacén. 26 cubículos para maestros.	724 Sillas para alumnos y docentes. 105 Mesas para alumnos y docentes. 52 Escritorios para docencia y oficina. 73 Archiveros. 22 Gabinetes.	139 Computadoras. 107 Microscopios. 102 Balanzas. 117 Parrillas de calentamiento. 14 Refrigeradores, 8 Congeladores. 12 Muflas. 22 Potenciómetros. 6 Polarímetros. 28 Espectrofotómetros. 2 Colorímetros. 23 Estufas. 38 Centrifugas. 6 Rota vapores 20 Campanas de extracción. 18 Baños marías. 14 Autoclaves. 7 Cámaras de electroforesis. 2 Lámparas de UV. 7 Viscosímetros. 1 Beneficio de café. 7 Batidoras. 17 Bombas de vacío. 1 Liofilizador. 3 Cromatógrafos. 4 Esterilizadores. 2 Micro destiladores.	25 aulas. 2 centros de cómputo. 1 aula magna. 1 audio visual. 1 Sala de maestros. 24 laboratorios. 1 biblioteca. 3 baños mujer y hombre. 1 baño para mujeres. 1 cafetería. 1 cancha de volibol y de básquet. 1 almacén. 26 cubículos para maestros.

			1 Digestor. 1 Horno de microondas. 2 Ultrasonidos. 2 Marmitas. 1 Molino de carne. 1 Pasteurizador. 2 Hornos de panificación. 1 Secador de charolas. 6 Equipos modulares de simulación a escala	
Coatzacoalcos-Minatitlán	Edificio Laboratorio Centro de Computo Baños Biblioteca	Sillas Mesas Escritorios Work Estation DELL Mesas para computo Transformador trifásico	Permeámetro Porosimetro Aires acondicionados Balanza analítica Parrilla Destilador espectrofotómetro	Conector hembra 4 pares para cableado Conector fibra óptica

2.6.5.3. Condiciones

Condiciones				
Región	**Elementos**			
	Infraestructura	**Mobiliario**	**Equipos**	**Materiales**
Orizaba-Córdoba	La infraestructura que cuenta en la Facultad de Ciencias Químicas se encuentra en buen estado y en proceso de remodelación.	En General se encuentra en buen estado.	En General se encuentra en buen estado y algunos otros en vías de actualización.	En General se encuentra en buen estado.

Coatzacoalcos-Minatitlán	Buena	Buena	Buena	Buena

2.6.5.4. Relación con los docentes y los estudiantes

Las 25 aulas son ocupadas por un total de 120 alumnos. Por lo que se cuenta con 4.8 alumnos por aula. 2 centros de cómputo para los 120, un aula magna con capacidad para 180 estudiantes. Una sala de maestros a utilizarse por el total de la plantilla docente, que para el programa de Ingeniería en Biotecnología es de 37 maestros. 24 laboratorios, de tal manera que existe disposición de 5 alumnos por laboratorio. Hay disponibilidad de 6 sillas por estudiante y 0.8 mesas, pero de estas últimas, solo están distribuidas en algunas aulas, otras cuentan con sillas con "paleta", es por eso que existe un desbalance entre el número de sillas y mesas. De los escritorios disponibles, existe 1.85 escritorios por docente. Sin embargo, del mismo modo que se especifica anteriormente, en la facultad se imparten 6 programas educativos que utilizan la misma infraestructura, optimizada de acuerdo a horarios que permiten el uso de todo lo existente. Para el caso de los equipos de laboratorio, es poco útil relacionarlo con respecto al número de alumnos, ya que se encuentra distribuido de tal manera que exista disponibilidad del mismo para realizar prácticas en los distintos laboratorios, procurando así la posibilidad de que, por ejemplo, un solo liofilizador pueda ser utilizado por el alumnado organizado en equipos de trabajo, optimizando su uso dentro del laboratorio donde se encuentra.

Relación docentes- estudiantes				
Región	**Elementos**			
	Infraestructura	**Mobiliario**	**Equipos**	**Materiales**
Orizaba-Córdoba	25 aulas/ 12 secciones: 2.08 aulas por sección. 2 centros de cómputo/ 1 aula magna para 180 personas/ 512 estudiantes: 0.35 asientos por estudiante 1 audio visual 1 Sala de maestros.	724 Sillas para alumnos y docentes: 1.14 sillas por alumno, 1.31 sillas considerando alumnos y docentes. 105 Mesas para alumnos y docentes: 0.20 mesas por alumno, 0.19 considerando	139 Computadoras. 107 Microscopios. 102 Balanzas. 117 Parrillas de calentamiento. 14 Refrigeradores, 8 Congeladores. 12 Muflas. 22 Potenciómetros. 6 Polarímetros. 28 Espectrofotómetros. 2 Colorímetros. 23 Estufas.	4000 reactivos/ 512 estudiantes: 7.8 reactivos por estudiante 15000 Piezas de material de vidrio/ 512 estudiantes: 29.9 piezas de material por estudiante.

	24 laboratorios/12 secciones: 2 laboratorios por sección (0.04 por estudiante) 1 biblioteca. 3 baños mujeres con 18 cubículos 1 baño para hombres con 6 mingitorios y 6 cubículos/ 512: 0.05 disponible por estudiante. 1 cafetería. 1 cancha de volibol y de básquetbol. 1 almacén. 26 cubículos para maestros/ 28 maestros: 0.92 cubículos por maestro	a los docentes. 52 Escritorios para docencia y oficina: 1.85 escritorios por docente. 73 Archiveros. Utilizados principalmente por personal administrativo 22 Gabinetes. Utilizados principalmente por personal administrativo.	38 Centrifugas. 6 Rota vapores 20 Campanas de extracción. 18 Baños marías. 14 Autoclaves. 7 Cámaras de electroforesis. 2 Lámparas de UV. 7 Viscosímetros. 1 Beneficio de café. 7 Batidoras. 17 Bombas de vacío. 1 Liofilizador. 3 Cromatógrafos. 4 Esterilizadores. 2 Micro destiladores. 1 Digestor. 1 Horno de microondas. 2 Ultrasonidos. 2 Marmitas. 1 Molino de carne. 1 Pasteurizador. 2 Hornos de panificación. 1 Secador de charolas. 6 Equipos modulares de simulación a escala.	

3. PROYECTO CURRICULAR

3.1. Ideario

El programa educativo de Ingeniería en Biotecnologías forma a sus alumnos con una educación integradora de valores universales y profesionales a fin de desarrollar sus actividades tanto profesionales como personales, teniendo como objetivo principal el bien común.

Los valores que integran el ideario del programa educativo se presentan a continuación:

***Ética**:* Profesa con respeto, responsabilidad, tolerancia y discreción, el desarrollo de su profesión con dignidad y honor. Manifiesta juicios morales, mostrando interés e iniciativa cumpliendo con el compromiso que la sociedad demanda.

Disciplina: Respeta el conjunto de reglas y normas, realizando sus labores de manera sistemática y metodológica para conseguir las condiciones adecuadas para el desarrollo de su profesión.

Honestidad: Tiene un comportamiento recto, íntegro y honrado. Lo que conlleva a hablar con la verdad, regido por las normas éticas y de conducta. Con la capacidad de reconocer y dar mérito al trabajo y esfuerzo de otras personas.

Tolerancia: Respeta las ideologías, actitudes, situaciones y creencias diferentes a los propios, manteniendo la objetividad y valores personales y profesionales.

Imparcialidad: Mantiene una estricta distancia entre las partes en conflicto a fin de que ninguna de ellas influya en la decisión que deba adoptarse en el marco de la legislación y normativa aplicable en el desarrollo profesional.

Responsabilidad: Cumple de forma diligente con todos los deberes que nos son exigibles en virtud de las funciones que realiza, es responsable por los efectos que generen sus decisiones y acciones.

Equidad: Busca la igualdad que facilita la construcción de una sociedad o comunidad más justa, eliminando las diferencias existentes entre las personas o grupos en su entorno laboral y social.

3.2. Misión

Formar profesionales encargados de la aplicación y control de agentes biológicos para el uso del ser humano, desarrollando técnicas que puedan ser aplicadas en áreas que van desde el procesamiento de alimentos hasta la salud humana y la protección ambiental. Procurando el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad en general.

3.3. Visión

Para el año 2025 el programa educativo de INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA es reconocido a nivel INTERNACIONAL por difundir el conocimiento en áreas de la industria de alimentos, ambiental, agrícola, salud y ecosistemas marinos a través de principios científicos y herramientas tecnológicas para la resolución de problemas biológicos, dirigidos a atender las necesidades de formación y actualización de sus egresados.

Este programa educativo responde a los estándares de calidad de los organismos acreditadores de enseñanza superior, ofrece servicios de asesoría y consultoría a la sociedad.

Mantiene programas de vinculación con INSTITUCIONES EDUCATIVAS Y CENTRO DE INVESTIGACIÓN, que promueven el intercambio y otorgamiento de becas para sus estudiantes y académicos y coadyuva con ellas en la conservación y mejoramiento de la calidad de vida de la población a través de estancias de investigación y en la industria de los que se derivan programas como PROMUV, Delfín, Cosustenta UV tendientes al logro de estos objetivos.

La planta académica del programa educativo de INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA está integrada por 50 % de profesores de tiempo completo, de los cuales el 50 % cuenta con perfil deseable PRODEP y el 95 % tiene estudios de postgrado; sus docentes integran 25 % cuerpos académicos consolidados y 30 % en consolidación que desarrollan proyectos de investigación inter y multidisciplinaria para fortalecer las líneas de generación y aplicación del conocimiento.

Se rige por una legislación que garantiza el mutuo respeto y la correcta aplicación de los principios establecidos en el código de ética y Ley orgánica, entre los integrantes de la comunidad universitaria, que favorecen los valores y principios dignidad, igualdad y no discriminación y cuenta con un presupuesto suficiente para su operatividad proveniente de la Universidad Veracruzana, PFCE, PRODEP, CONACYT, entre otros.

3.4. Objetivos

3.4.1. Objetivo general

Formar Ingenieros que utilizan sistemas biológicos para el diseño y elaboración de nuevos productos, mejoramiento de las especies o desarrollo de microorganismos con usos específicos y aplicaciones en las distintas ramas de la ingeniería. Teniendo la capacidad de innovar, diseñar, organizar, operar, controlar y mejorar procesos y productos con características biológicas, que se encuentren enfocados al beneficio del ser humano y el ambiente.

3.4.2. Objetivos específicos

Objetivo intelectual: Promover el desarrollo del pensamiento lógico, crítico y creativo con una actitud de aprendizaje permanente, teniendo la capacidad de innovar, diseñar y mejorar procesos y productos, aplicando su ética, disciplina, honestidad, tolerancia, imparcialidad, responsabilidad y equidad, que le permitan al estudiante en formación la generación y adquisición de nuevos saberes relativos a la biotecnología para que asuma la solución de problemas con actitudes de liderazgo y objetividad para el desarrollo de su profesión.

Objetivo humano: Propiciar la formación de profesionales proactivos, colaborativos, racionales y asertivos que denoten la internalización de valores como la responsabilidad, respeto, integridad e imparcialidad que facilitan el crecimiento personal en sus dimensiones emocional, espiritual y corporal.

Objetivo social: Contribuir al fortalecimiento de los valores y las actitudes que le permiten al sujeto relacionarse, convivir con otros, trabajar en equipo, con tolerancia, respeto y equidad; propiciando la sensibilización hacia las aplicaciones del conocimiento científico y biotecnológico a favor del desarrollo social.

Objetivo profesional: Proporcionar al estudiante en formación las experiencias educativas que permitan el desarrollo de los saberes teóricos, heurísticos y axiológicos que sustentan el saber hacer de la profesión Ingeniero Biotecnólogo, relacionados con la agricultura, medio ambiente, alimentación y salud y que requerirá para su inserción en condiciones favorables para su desempeño en los ámbitos de desarrollo sostenible, conservación o mejoramiento de especies animales y vegetales y diversas ramas de la industria alimentaria e investigación biomédica, de su campo profesional.

3.5. Perfiles

3.5.1. Perfil de ingreso

Los aspirantes a cursar la licenciatura en Ingeniería en Biotecnología, es deseable que posean los siguientes conocimientos, habilidades y actitudes:

Conocimientos

- Física
- Química
- Matemáticas
- Biología
- Computación
- Inglés
- Lectura y redacción

Habilidades

- Alto sentido práctico y pensamiento crítico.
- Capacidad de observación, de análisis, de síntesis y de toma de decisiones.
- Interés por la investigación documental y de campo.
- Motivación y capacidad para interpretar, plantear y resolver problemas.
- Destreza manual para el trabajo de equipo, instrumentos y material de laboratorio.

Actitudes

- Deseo de aprender
- Disposición para el trabajo en equipo
- Constancia, disciplina y orden en el trabajo.
- Disposición para dedicar tiempo suficiente al trabajo en el laboratorio.
- Respeto y cuidado del ambiente.
- Respeto y disposición en las relaciones interpersonales.
- Compromiso y responsabilidad.

3.5.2. Perfil de egreso

Atributos de Egresado

El egresado de la Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología poseerá conocimientos, habilidades y actitudes que le permitirán intervenir en diseñar y mejorar procesos tecnológicos mediante la aplicación y aprovechamiento de sistemas vivos con una actitud ética, creativa, de compromiso social, ambiental y económico, en ámbitos como la obtención de diversos productos.

Asimismo, el profesional identificará, analizará, propondrá y desarrollará alternativas para la solución de problemas de su realidad social a nivel regional, nacional e internacional.

Además de poseer una sólida formación en su disciplina, el egresado del programa educativo de Ingeniería en Biotecnología contará con las siguientes competencias:

Comunicación técnica
Comunicar eficientemente de manera oral o por escrito, ideas o resultados obtenidos de la aplicación de herramientas biotecnológicas, tanto en español o inglés; utilizando los conocimientos adquiridos en las ciencias de la ingeniería y discutiendo de manera proactiva, profesionalismo, apertura y disposición para mejorar las diferentes problemáticas y resolverlas para que se obtengan mejores resultados.

Autoaprendizaje autónomo
Auto aprender los conocimientos de fuentes confiables y metodologías que sean de vanguardia para su aplicación en las diferentes situaciones en las que se aplique la biotecnología, con una actitud autónoma, independiente y con compromiso para resolver procesos biotecnológicos con interés por la mejora continua.

Diagnóstico estratégico
Diagnosticar el estado actual de una situación o problema determinado, mediante la recopilación, análisis e interpretación de información, con una actitud de búsqueda, objetividad y honestidad en el conocimiento de la realidad, con la finalidad de reportarla para orientar en la toma de decisiones.

Intervención pertinente
Intervenir para la atención y/o solución de los problemas sociales, educativos y escolares, a través de la aplicación de teorías y metodologías pertinentes, con responsabilidad social, solidaridad y aceptación de la diversidad, para contribuir en la construcción de un mundo mejor y al óptimo desarrollo institucional.

Ejecución aplicativa
Ejecutar procesos educativos con la aplicación de teorías psicopedagógicas y sociológicas de la educación, con solidaridad, compromiso y respeto a la diversidad cultural, para promover aprendizajes significativos que propicien la formación integral de ciudadanos y profesionistas socialmente responsables.

Investigación Biotecnológica

Investigar la complejidad de un sistema biológico con el método científico, apoyado con teorías y metodologías específicas del área, con tolerancia, creatividad y criticidad para la generación de nuevos conocimientos.

3.6. Estructura y organización del plan de estudios

3.6.1. Estructura curricular del plan de estudios

3.6.1.1. Justificación

La Universidad Veracruzana apertura en el año 2010 el programa de ingeniería en Biotecnología en la región de Orizaba, y en el año 2011 en la región de Coatzacoalcos. Desde su creación se cuenta con el mismo plan de estudios, lo que hace que los alumnos no cuenten con una formación actualizada respecto a la demanda y necesidades que se requieren. Lo anterior, hace necesario la actualización del actual programa de estudios. De acuerdo al reglamento de planes y programas de estudio de la Universidad Veracruzana para la modificación del programa, se ajustará de acuerdo en los artículos 13, 16, 17, 18 y 19, los cuales mencionan que, en el área educativa, se debe ofrecer una continua y permanente superación, actualización e inclusive capacitación para que se puedan realizar con calidad la labor profesional. Así mismo, de acuerdo a los organismos acreditadores como CACEI, el plan de estudios se debe revisar en su conjunto periódicamente y estar sujeto a una actualización permanente de los contenidos de las asignaturas que lo requieran.

En los últimos años ha cobrado un importante interés la biotecnología. Latinoamérica es una de las regiones con mayor participación en la investigación y formación de profesionistas en el área de la biotecnología. A nivel nacional, existe una demanda a las alternativas sustentables, así como avances en las ciencias de la salud, agrícola-ganadera y ambiental. Mientras que en la Región Centro y Sur de Veracruz existen diversas empresas petroquímicas que han implementado herramientas biotecnológicas para mejoramiento sus procesos. Por todo lo anterior y con la nueva propuesta del rediseño curricular se pretende que los alumnos cuenten con una formación la cual les permita solucionar problemas de campo, aplicando los principios de las ciencias básicas y exactas, analizando, simplificando y aplicando procesos con ética profesional.

La Biotecnología se vale de diversas herramientas y técnicas las cuales utilizan materiales biológicos. Para comprender como es la función de esta ciencia, debemos partir desde que la biotecnología utiliza materiales vivos para el mejoramiento y optimiza de procesos biológicos o industriales. Siendo así, que la creación de la biotecnología está beneficiando a la humanidad debido a la producción de cultivos resistentes a diversas plagas o enfermedades, actualmente se han creado animales que han sido resultado del mejoramiento genético con el objetivo de obtener productos de mejor calidad.

La disciplina de la Ingeniería en Biotecnología, como la mayoría de las disciplinas, requiere de la formación de individuos con actitudes que permitan la solución de problemas concretos, por lo que es importante, dentro de las perspectivas considerar la inclusión de saberes como liderazgo, trabajo colaborativo, relaciones humanas, ética, entre otras características y valores. El estudio de la disciplina de

la Ingeniería en Biotecnología requiere que el individuo sea capaz de aplicar métodos, técnicas y habilidades adquiridas en las aulas, para poder solucionar los problemas en cualquier situación que se presenten. La biotecnología moderna se puede definir como una actividad multidisciplinaria cuyo sustento es el conocimiento de frontera generado en diversas disciplinas, que permiten el estudio integral y la manipulación de los sistemas biológicos. Dentro de las relaciones disciplinares se relaciona con la administración, agronomía, ingeniería, física, química y medicina en las cuales se comparten intereses comunes.

En el campo de la biotecnología se desarrollan herramientas y aplicaciones moleculares a gran velocidad. La creciente necesidad por desarrollar procesos sustentables, aprovechar los recursos naturales, así como el desarrollo en el área de la salud, alimentaria y ganadera en el país han creado requerimientos de profesionales en el área de la ingeniería capaces de comprender y regular procesos biológicos. En México, existen tanto instituciones públicas como privadas que ofrecen programas educativos referentes al área de la biotecnología tanto a nivel ingeniería como licenciatura. De acuerdo a CIBIOGEM (Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos genéticamente modificados) existen 19 instituciones que ofrecen programas de estudio enfocados a la biotecnología. Doce instituciones ofrecen ingeniería en biotecnología y seis de ellas a nivel licenciatura.

Es importante que dentro de la formación de los estudiantes estos puedan realizar intercambios académicos, lo cual les permitirá conocer las nuevas tendencias que se pueden aplicar en el ámbito de la biotecnología. La Universidad Veracruzana cuenta con diversas vinculaciones con Universidades internacionales. Con el rediseño del programa de estudio, el cual está basado en un comparativo con las universidades nacional e internacionales que ofrecen dicho programa. Lo anterior permitirá que los alumnos puedan cursar experiencias educativas o estancias de investigación en las universidades en donde se ofrece Ingeniería en Biotecnología.

La Universidad Veracruzana (UV) desde el año 2010 se ha sumado a las universidades que ofertan la ingeniería en Biotecnología con la visión de formar profesionales capaces de contribuir en los desafíos a los que nos enfrentamos como sociedad a nivel local, nacional y global. Actualmente está ingeniería se encuentra en 2 regiones de Veracruz, en la parte centro (Orizaba) y en la región sur (Coatzacoalcos) e ingresan anualmente una plantilla de aproximadamente 80 alumnos. Cabe hacer mención que, en el Estado de Veracruz, la Universidad Veracruzana es la única Institución de Educación Superior que ofrece la Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología. En ambas regiones existe la posibilidad de realizar intercambios académicos, con el objetivo de que los estudiantes puedan fortalecer las áreas de interés.

A partir del análisis realizado durante el desarrollo de la fundamentación del plan de estudios, se generó la estructura curricular para el plan de estudios 2020 considerando las necesidades sociales, la prospectiva de la disciplina, las aportaciones del campo profesional: egresados, especialistas, grupos de interés, los referentes de vanguardia de las opciones profesionales afines, los lineamientos

y las fortalezas y oportunidades del programa educativo, generando la propuesta de rediseño que se presenta en los siguientes apartados.

3.6.1.2. Esquema de la estructura curricular

La ubicación de las experiencias educativas por Áreas de Formación del Programa Educativo Ingeniería en Biotecnología del programa educativo] se esquematiza de la siguiente forma:

La ubicación de las experiencias educativas por Áreas de Formación del Programa Educativo Ingeniería en Biotecnología se esquematiza de la siguiente forma:

Área de Formación Básica General

Nombre de la experiencia educativa	HT	HP	HO	C
Literacidad digital	0	0	6	4
Pensamiento crítico para la solución de problemas	0	0	4	4
Lengua I	0	0	6	4
Lengua II	0	0	6	4
Lectura y redacción de textos académicos	0	0	4	4

Área de Formación de Iniciación de la Disciplina

Nombre de la experiencia educativa	HT	HP	HO	C
Álgebra lineal	3	2	0	8
Estadística para ingeniería	3	2	0	8
Física	3	2	0	8
Cálculo de una variable	3	2	0	8
Geometría analítica	2	1	0	5
Dibujo para ingeniería	0	3	0	3
Programación para ingeniería	2	2	0	6
Ecuaciones diferenciales	3	2	0	8
Cálculo multivariable	3	2	0	8
Métodos numéricos	2	2	0	6
Química	3	2	0	8
Biología celular	3	2	0	8
Química orgánica I	3	3	0	9
Bioquímica general	3	2	0	8
Química analítica	3	4	0	10
Microbiología general	3	4	0	10
Fisicoquímica	3	2	0	8
Balance de materia y energía	3	2	0	8
Matemáticas	1	2	0	4

Área de Formación Disciplinar

Nombre de la experiencia educativa	HT	HP	HO	C
Operaciones unitarias	2	3	0	7
Ingeniería de control	2	2	0	6
Genética	3	0	0	6
Microbiología industrial	3	4	0	10
Biología molecular	3	0	0	6
Enzimología y biocatálisis	3	3	0	9
Ingeniería y diseño de birreactores	3	0	0	6
Cultivo de células y tejidos	3	3	0	9
Bioseparaciones	3	0	0	6
Bioinformática	0	3	0	3
Ingeniería genética y metabólica	0	3	0	3
Toxicología	3	0	0	6
Diseño de plantas biotecnológicas	2	3	0	7
Metodología de la investigación	0	3	0	3
Bioética	2	0	0	4
Calidad	0	3	0	3
Administración	0	3	0	3
Bioestadística y diseño de experimentos	0	3	0	3
Desarrollo sostenible	0	2	0	2
Emprendimiento	0	3	0	3
Seguridad e higiene	1	3	0	5
Cinética química y catálisis	3	0	0	6
Diseño y modelado de bioprocesos	0	3	0	3
Química orgánica II	3	3	0	9
Bioquímica dinámica	3	3	0	9
Análisis instrumental	3	3	0	9
Termodinámica	2	2	0	6
Flujo de fluidos	2	2	0	6
Fenómenos de transporte	4	0	0	8

Área de Formación Terminal

Nombre de la experiencia educativa	HT	HP	HO	C
Estancia industrial y/o investigación	0	0	0	12
Servicio social	0	0	0	12
Experiencia Recepcional	0	0	0	12
Optativas	9	0	0	18

El catálogo de experiencias educativas optativas que el estudiante puede elegir se presenta a continuación:

Experiencias Educativas Optativas

Nombre de la experiencia educativa	HT	HP	HO	C
Fisiología vegetal	1	4	0	6
Conservación in vitro y criobiología	1	4	0	6
Fitopatología y diagnóstico molecular	1	4	0	6
Ecología microbiana	1	4	0	6
Biotecnología ambiental	1	4	0	6
Gestión de la contaminación industrial	1	4	0	6
Introducción a la biotecnología médica	1	4	0	6
Diagnóstico molecular biomédico	1	4	0	6
Biotecnología de fármacos	1	4	0	6
Alimentos funcionales y nutraceúticos	1	4	0	6
Nutrigenómica y Nutrigenética	1	4	0	6
Tópicos selectos de biotecnología alimentaria	1	4	0	6
Bioenergías	1	4	0	6
Biorrefinerías	1	4	0	6
Bioelectroquímica	1	4	0	6

3.6.1.3. Catálogo de experiencias educativas

Dirección General del Área Académica Técnica

Catálogo de experiencias educativas

Opción profesional: Ingeniería en Biotecnología
Nivel de Estudios: Licenciatura
Título que se otorga: Ingeniero en Biotecnología/ Ingeniera en Biotecnología
Área Académica: Técnica
Año del Plan de Estudios: 2020
Regiones en que se imparte: Córdoba- Orizaba; Coatzacoalcos- Minatitlán
Modalidad educativa: Escolarizado
Total de créditos de plan de estudios: 473
Total de créditos para obtener la licenciatura: 401

Código	Requisito	Experiencias Educativas	OE	RD	M	E	Ca	HT	HP	HO	C	AF	EE/AFEL	EE/Dos prof.	EE/Interperiodo esc.
		1. Literacidad digital	C	I	T	Ief	Ob	0	0	6	4	BG			
		2. Pensamiento crítico para la solución de problemas	C	I	CT	Ief	Ob	0	0	4	4	BG			
		3. Lengua I	C	I	T	Ief	Ob	0	0	6	4	BG			
	Lengua I	4. Lengua II	C	I	T	Ief	Ob	0	0	6	4	BG			
		5. Lectura y redacción de textos académicos	C	I	CT	Ief	Ob	0	0	4	4	BG			
		Total de créditos del Área de Formación Básica General									20	BG			
	Matemáticas	Álgebra Lineal	T	I	CT	IeF	Ob	3	2	0	8	BID			
		Estadistica para ingeniería	T	I	CT	IeF	Ob	3	2	0	8	BID			
		Física	T	I	CT	IeF	Ob	3	2	0	8	BID			
		Cálculo de una variable	T	I	CT	IaF	Ob	3	2	0	8	BID			
		Geometría Analítica	T	I	CT	IaF	Ob	2	1	0	5	BID			
		Dibujo para Ingeniería	T	I	T	IeF	Ob	0	3	0	3	BID			
		Programación para ingeniería	T	I	CT	IeF	Ob	2	2	0	6	BID			
		Ecuaciones diferenciales	T	I	CT	IaF	Ob	3	2	0	8	BID			
		Cálculo multivariable	T	I	CT	IeF	Ob	3	2	0	8	BID			
		Métodos numéricos	T	I	CT	IaF	Ob	2	2	0	6	BID			
		Química	T	I	CT	IeF	Ob	3	2	0	8	BID			
		Biología Celular	T	I	CT	IPA	Ob	3	2	0	8	BID			
	Química	Química orgánica I	T	I	CT	IaF	Ob	3	3	0	9	BID			
		Química analítica	T	I	CT	IaF	Ob	3	4	0	10	BID			
		Bioquímica general	T	I	CT	IaF	Ob	3	2	0	8	BID			
		Microbiología general	T	I	CT	IPA	Ob	3	4	0	10	BID			
		Fisicoquímica	T	I	CT	IaF	Ob	3	2	0	8	BID			
		Balance de materia y energía	T	I	CT	IaF	Ob	3	2	0	8	BID			
		Matemáticas	T	I	CT	IeF	Ob	1	2	0	4	BID			
		Total de créditos del Área de Formación de Inicación a la Disciplina						49	43	0	141	BID			
		Operaciones unitarias	T	M	CT	IaF	Ob	2	3	0	7	FD			
		Ingeniería de control	T	M	CT	IaF	Ob	2	2	0	6	FD			
		Genética	T	M	C	IPA	Ob	3	0	0	6	FD			
	Microbiología general	Microbiología industrial	T	M	CT	IPA	Ob	3	4	0	10	FD			
		Biología molecular	T	M	C	IPA	Ob	3	0	0	6	FD			
	Bioquímica dinámica	Enzimología y biocatálisis	T	M	CT	IPA	Ob	3	3	0	9	FD			
		Ingeniería y diseño de bioreactores	T	M	C	IPA	Ob	3	0	0	6	FD			
		Cultivo de Células y tejidos	T	M	CT	IPA	Ob	3	3	0	9	FD			
		Bioseparaciones	T	M	C	IPA	Ob	3	0	0	6	FD			
		Bioinformática	T	M	CT	IPA	Ob	0	3	0	3	FD			
		Ingeniería genética y metabólica	T	M	CT	IPA	Ob	0	3	0	3	FD			
		Toxicología	T	I	C	IPA	Ob	3	0	0	6	FD			
		Diseño de plantas biotecnológicas	T	M	CT	IPA	Ob	2	3	0	7	FD			
		Metodología de la ingestigación	T	I	T	IeF	Ob	0	3	0	3	FD			
		Bioética	T	I	C	IPA	Ob	2	0	0	4	FD			
		Calidad	T	I	T	IaF	Ob	0	3	0	3	FD			
		Administración	T	I	T	IaF	Ob	0	3	0	3	FD			
		Bioestadística y diseño de experimento	T	M	T	IaF	Ob	0	3	0	3	FD			
		Desarrollo sostenible	T	M	T	IaF	Ob	0	2	0	2	FD			
		Emprendimiento	T	M	T	IaF	Ob	0	3	0	3	FD			

		Seguridad e higiene	T	I	CT	IeF	Ob	I	3	0	5	FD			
		Cinetica Química y catálisis	T	M	C	IaF	Ob	3	0	0	6	FD			
		Diseño y modelado de Bioprocesos	T	M	T	IPA	Ob	0	3	0	3	FD			
		Fenomenos de transporte	T	I	C	IaF	Ob	4	0	0	8	FD			
	Bioquímica general	Bioquímica dinámica	T	M	CT	IPA	Ob	3	3	0	9	FD			
		Análisis instrumental	T	I	CT	IaF	Ob	3	3	0	9	FD			
		Flujo de fluidos	T	I	CT	IaF	Ob	2	2	0	6	FD			
		Termodinámica	T	I	CT	IeF	Ob	2	2	0	6	FD			
		Química orgánica II	T	I	CT	IaF	Ob	3	3	0	9	FD			
Total de créditos del Área de Formación Disciplinar								53	60	0	166	FD			
		Estancia industrial y/o investigación	T	M	C	IPA	Op	0	0	0	12	FT			
		Servicio Social	T	M	C	IPA	Op	0	4	0	12	FT			
		Experiencia recepcional	T	M	C	IPA	Op	0	4	0	12	FT			
		Fisiología vegetal	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
		Conservación in vitro y Criobiología	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
		Fitopatología y Diagnóstico molecular	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
		Ecología microbiana	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
		Biotecnología Ambiental	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
		Gestión de la Contaminación Industrial	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
		Introducción a la Biotecnología médica	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
		Diagnóstico moelcular biomédico	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
		Biotecnología de fármacos	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
		Alimentos funcionales y Nutraceúticos	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
		Nutrigenómica y Nutrigenética	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
		Tópicos selectos de biotecnología alimentaria	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
		Bioenergías	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
		Biorrefinerías	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
		Bioelectroquímica	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
		Optativa I	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
		Optativa II	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
		Optativa III	T	M	C	IPA	Op	3	0	0	6	FT			
Total de créditos del Área de Formación Terminal								54	8	0	126	FT			
Total de créditos del Área de Formación Elección Libre											20	FEL			
Total de créditos del Plan de Estudios											473				
Total de créditos para obtener el grado											401				

3.6.1.4. Mapa curricular

Mapa curricular estándar

MAPA CURRICULAR ESTANDAR

PERIODO I	PERIODO II	PERIODO III	PERIODO IV	PERIODO V	PERIODO VI	PERIODO VII	PERIODO VIII	PERIODO IX
Matemáticas 1 2 0 4	Álgebra lineal 3 2 0 8	Cálculo de una variable 3 2 0 8	Cálculo multivariable 3 2 0 8	Ecuaciones Diferenciales 3 2 0 8	Administración 0 3 0 3	Calidad 0 3 0 3		Experiencia Recepcional 0 4 0 12
Física 3 2 0 8	Geometría Analítica 2 1 0 5	Termodinámica 2 2 0 6	Balance de Materia y Energía 3 2 0 8	Fenómenos de trasporte 4 0 0 8	Flujo de fluidos 2 2 0 6	Optativa I 3 0 0 6	Servicio Social 0 4 0 12	Estancia Industrial y/o Investigación 0 0 0 12
Química 3 2 0 8	Química orgánica I 3 3 0 9	Química orgánica II 3 3 0 9		Operaciones Unitarias 2 3 0 7	Toxicología 3 0 0 6	Bioseparaciones 3 0 0 6	Optativa II 3 0 0 6	
	Química analítica 3 4 0 10	Análisis instrumental 3 3 0 9	Cinetica Química y catálisis 3 0 0 6		Seguridad e higiene 1 3 0 5	Bioinformática 0 3 0 3	Optativa III 3 0 0 6	
Biología Celular 3 2 0 8	Bioquímica general 3 2 0 8	Bioquímica dinámica 3 3 0 9		Enzimología y Biocatálisis 3 3 0 9		Cultivo de Células y Tejidos 3 3 0 9	Emprendimiento 0 3 0 3	
Lengua I 0 0 6 4	Lengua II 0 0 6 4	Fisicoquímica 3 2 0 8	Microbiología General 3 4 0 10	Microbiología Industrial 3 4 0 10	Ingeniería y diseño de Bioreactores 3 0 0 6	Diseño de plantas biotecnológicas 2 3 0 7	Desarrollo Sostenible 0 2 0 2	
Lectura y Redacción de Textos 0 0 4 4	Programación para ingeniería 2 2 0 6	Dibujo de ingeniería 0 3 0 3	Métodos numéricos 2 2 0 6	Genética 3 0 0 6	Biología Molecular 3 0 0 6	Ingeniería Genética y Metabólica 0 3 0 3	Bioética 2 0 0 4	Eleccíon libre 0 0 0 7
Literacidad digital 0 0 6 4					Ingeniería de Control 2 2 0 6	Diseño y modelado de bioprocesos 0 3 0 3		Eleccíon libre 0 0 0 7
Pensamiento Crítico para la Solución de Problemas 0 0 4 4			Estadística para ingeniería 3 2 0 8		Bioestadística y Diseño de experimentos 0 3 0 3	Metodología de la Investigación 0 3 0 3		Elección libre 0 0 0 6
Total 10 8 20 38 44	Total 16 14 6 36 50	Total 17 18 0 35 52	Total 17 12 0 29 46	Total 18 12 0 30 48	Total 14 13 0 27 41	Total 11 21 0 32 43	Total 8 9 0 17 33	Total 0 4 0 4 24

Total de créditos: 401

- Área de Formación Básica General
- Área de Formación Iniciación a la Disciplina
- Tronco Común de las Ingenierías
- Área de Formación Disciplinar
- Área de Formación Terminal
- Área de Formación de Eleccción Libre

3.6.2. Organización del plan de estudios

Para obtener el grado de Licenciado en Ingeniería en Biotecnología el alumno debe alcanzar 401 créditos, organizados como a continuación se presenta:

Área de Formación	Créditos	Proporción (%)
Área de Formación Básica General (AFBG)	20	5
Área de Formación Iniciación a la Disciplina (AFID)	141	35
Área de Formación Disciplinar (AFD)	166	41
Área de Formación Terminal (AFT)	54	13
Área de Formación de Elección Libre (AFEL)	20	5
Total	**401**	**100**

La proporción de horas teóricas y horas prácticas por área de formación del plan de estudios de Ingeniería en Biotecnología se conforma de la siguiente forma:

Área de Formación	Horas teóricas	Horas prácticas
Área de Formación Básica General (AFBG)	0	0
Área de Formación Iniciación a la Disciplina (AFID)	49	43
Área de Formación Disciplinar (AFD)	53	60
Área de Formación Terminal (AFT)	9	8
Área de Formación de Elección Libre (AFEL)	0	0
Total	**111**	**111**
Total en %	**49**	**51**

Dentro de la estructura curricular del plan de estudios de Ingeniería en Biotecnología se incluye el tronco común de las ingenierías 2020:

Tronco Común	Horas teóricas	Horas prácticas	Créditos
Cálculo de una variable	3	2	8
Ecuaciones diferenciales	3	2	8
Métodos numéricos	2	2	6
Álgebra Lineal	3	2	8
Total	11	8	30

A partir del proceso de análisis y evaluación del tronco común, se generó la posibilidad de integrar un bloque de experiencias educativas interingenierías de las Ciencias Químicas, que agrupa 10 experiencias educativas que fortalecen a los planes de estudio incorporados, optimizando recursos financieros, materiales y humanos. Las experiencias educativas interingenierías de Ciencias Químicas se presentan en la siguiente tabla:

Interingenierías Ciencias Químicas	Horas teóricas	Horas prácticas	Créditos
Matemáticas	1	2	4
Física	3	2	8
Química	3	2	8
Dibujo de ingeniería	0	3	3
Cálculo multivariable	3	2	8
Termodinámica	2	2	6
Programación para ingeniería	2	2	6
Metodología de la investigación	0	3	3
Seguridad e higiene	1	3	5
Estadística para ingeniería	3	2	8
Total	11	8	30

Por periodo los alumnos podrán cursar como máximo 73 créditos y como mínimo 23 créditos.

El programa educativo se conforma por cuatro áreas de conocimiento:

1. Ciencias Básicas y Matemáticas
2. Ciencias de la Ingeniería
3. Ingeniería aplicada
4. Ciencias Sociales y otros

Las experiencias educativas que conforman cada academia por área de conocimiento se presentan a continuación:

Ciencias Básicas y de Matemáticas	
1.	Química
2.	Física
3.	Álgebra lineal
4.	Geometría analítica
5.	Cálculo de una variable
6.	Ecuaciones diferenciales
7.	Cálculo multivariable
8.	Estadística para ingeniería
9.	Métodos numéricos
10.	Química Orgánica I
11.	Química Orgánica II

12.	Química analítica
13.	Análisis instrumental
14.	Matemáticas
15.	Bioquímica general
16.	Microbiología general
17.	Biología celular
Ciencias de la Ingeniería	
1.	Termodinámica
2.	Genética
3.	Fenómenos de transporte
4.	Balance de Materia y Energía
5.	Bioquímica Dinámica
6.	Microbiología industrial
7.	Dibujo para Ingeniería
8.	Programación para ingeniería
9.	Bioestadística y diseño de experimentos
10.	Fisicoquímica
Ingeniería Aplicada	
1.	Diseño de plantas biotecnológicas
2.	Biología molecular
3.	Ingeniería Genética Metabólica
4.	Enzimología y biocatálisis
5.	Cultivo de células y tejidos
6.	Ingeniería y diseño de birreactores
7.	Ingeniería de control
8.	Optativas I, II y III
9.	Toxicología
10.	Bioinformática
11.	Bioseparaciones
12.	Flujo de fluidos
13.	Operaciones unitarias
14.	Cinética química y catálisis
15.	Diseño y modelado de bioprocesos
16.	Fisiología Vegetal
17.	Conservación in vitro y criobiología

18.	Fitopatología y diagnóstico molecular
19.	Ecología Microbiana
20.	Biotecnología Ambiental
21.	Gestión de la Contaminación Industrial
22.	Introducción a la Biotecnología médica
23.	Diagnóstico Molecular Biomédico
24.	Biotecnología de fármacos
25.	Alimentos funcionales y Nutraceúticos
26.	Nutrigenómica y Nutrigenética
27.	Tópicos selectos de biotecnología alimentaria
28.	Bioenergías
29.	Biorrefinerías
30.	Bioelectroquímica
Ciencias Sociales y otros	
1.	Electiva (I,II,III)
2.	Desarrollo Sostenible
3.	Administración
4.	Calidad
5.	Experiencia Recepcional
6.	Servicio Social
7.	Emprendimiento
8.	Seguridad e higiene
9.	Metodología de la investigación
10.	Estancia industrial y/o investigación
11.	Bioética

Las experiencias educativas se clasifican por modalidad como a continuación se presenta:

Modalidad	Experiencias educativas
Taller	Dibujo para ingenierías
	Metodología de la investigación
	Desarrollo sostenible
	Emprendimiento
Curso/Taller	Álgebra lineal
	Estadística para ingeniería

	Física
	Cálculo de una variable
	Geometría analítica
	Programación para ingeniería
	Ecuaciones diferenciales
	Cálculo multivariable
	Métodos numéricos
	Química
	Biología celular
	Química orgánica I
	Química orgánica II
	Bioquímica general
	Bioquímica dinámica
	Química analítica
	Análisis instrumental
	Microbiología general
	Fisicoquímica
	Termodinámica
	Balance de materia y energía
	Flujo de fluidos
	Matemáticas
	Operaciones unitarias
	Ingeniería de control
	Microbiología industrial
	Enzimología y biocatálisis
	Cultivo de células y tejidos
	Bioinformática
	Ingeniería genética y metabólica
	Diseño de plantas biotecnológicas
	Fisiología vegetal
	Conservación in vitro y Criobiología
	Fitopatología y Diagnóstico molecular
	Ecología microbiana
	Biotecnología Ambiental
	Gestión de la Contaminación Industrial

	Introducción a la Biotecnología Médica
	Diagnóstico Molecular Biomédico
	Biotecnología de Fármacos
	Alimentos funcionales y Nutracéuticos
	Nutrigenómica y Nutrigenética
	Tópicos selectos de biotecnología alimentaria
	Bioenergías
	Biorrefinerías
	Bioelectroquímica
Curso	Fenomenos de transporte
	Genética
	Biología molecular
	Ingeniería y diseño de birreactores
	Bioseparaciones
	Toxicología
	Bioética
	Cinética química y catálisis

Las experiencias cursativas del plan de estudios son:

1.	Literacidad digital
2.	Pensamiento crítico para la solución de problemas
3.	Lengua I
4.	Lengua II
5.	Lectura y redacción de textos académicos

Las experiencias no cursativas del plan de estudios son:

1.	Dibujo para ingenierías
2.	Metodología de la investigación
3.	Desarrollo sostenible
4.	Emprendimiento

A continuación, se presentan las experiencias educativas con prerrequisitos para ser cursados y las experiencias educativas con recomendaciones para co-requisitos.

	Experiencias educativas con prerrequisitos	Experiencias educativas con co-requisitos
1.	Matemáticas	Álgebra Lineal
2.	Química	Química orgánica I
3.	Bioquímica general	Bioquímica dinámica
4.	Microbiología general	Microbiología industrial
5.	Bioquímica dinámica	Enzimología y biocatálisis

Perfiles diferenciados

1. Biotecnología vegetal: Fisiología Vegetal, Conservación in vitro y Criobiología, Fitopatología y Diagnóstico Molecular.
2. Biotecnología ambiental: Ecología Microbiana, Biotecnología Ambiental, Gestión de la Contaminación Industrial.
3. Biotecnología de alimentos: Alimentos funcionales y nutracéuticos, Nutrigenómica y nutrigenética, Tópicos Selectos de Biotecnología Alimentaria.
4. Biotecnología biomédica: Introducción a la Biotecnología Médica, Diagnóstico Molecular Biomédico, Biotecnología de Fármacos, Cultivo Celular y de Tejidos, Toxicología, Bioinformática, Bioética, Genética, Ingeniería Genética y Metabólica, Biología Molecular.
5. Bioenergías: Bioenergías, Biorrefinerías, Bioelectroquímica

En el programa de licenciatura en Ingeniería en Biotecnología, los estudiantes cuentan con las siguientes modalidades para cursar la experiencia educativa de Experiencia Recepcional: Trabajo Recepcional escrito modalidad: Tesis Tesina, monografía, reporte, memoria, trabajo práctico educativo, trabajo práctico técnico, Examen General de Egreso de la Licenciatura (EGEL), Examen General de Conocimientos, Promedio general mínimo de 9.0 aprobando en ordinario de primera inscripción

Experiencias educativas que pueden ofrecerse para el Área de Formación de Elección Libre (oferta sobrada): Los estudiantes tienen la opción de tomar de manera adicional a su paquete de área terminal cualquier de las EE de los otros paquetes de área terminal para ser formar parte del área de formación de elección libre.

Perfil de los docentes, por área de conocimiento

Biotecnología vegetal: Estudios terminados de licenciatura preferentemente en el área ingeniería en biotecnología o áreas afines con posgrado en área afín a la biotecnología vegetal o fisiología de plantas.

Biotecnología de alimentos: Licenciatura o Ingeniería en el área relacionada con la biotecnología aplicada a los alimentos preferentemente con posgrado en el área de alimentos.

Biotecnología Biomédica: Químico Farmacéutico Biólogo con doctorado en Ciencias Biomédicas y experiencia posdoctoral en Biomedicina Molecular.

Biotecnología ambiental: Ingeniero Ambiental, Ingeniero Químico o áreas afines, preferentemente con posgrado en el área ambiental.

Bioenergías: Ingeniero Químico o Ingeniero Biotecnológico o Ingeniero en Energías Renovables, preferentemente con Maestría en Ciencias afín a la disciplina con enfoque en Bioenergías, preferentemente con doctorado afín a la disciplina.

3.6.3. Descripción operativa

A continuación, se presentan en líneas generales la descripción operativa del plan de estudios, iniciando con la tabla de equivalencias, que facilitara la inserción de casos extraordinarios de escolaridad.

Tabla de equivalencias								
Plan de estudios vigente				Plan de estudios 2020				
Nombre de la EE	HT	HP	C	Nombre de la EE	HT	HP	HO	C
Computación básica	0	6	6	Literacidad Digital	0	0	6	4
Habilidades del pensamiento crítico y creativo	2	2	6	Pensamiento Crítico para la Solución de Problemas	0	0	4	4
Ingés I	0	6	6	Lengua I	0	0	6	4
Inglés II	0	6	6	Lengua II	0	0	6	4
Lectura y Redacción a través del Análisis del Mundo Contemporáneo	2	2	6	Lectura y Redacción de Textos Académicos	0	0	4	4
Álgebra	3	2	8	Álgebra Lineal	3	2	0	8
Probabilidad y Estadística	3	2	8	Estadística para Ingeniería	3	2	0	8
Física	3	2	8	Física	3	2	0	8
Cálculo de una variable	3	2	8	Cálculo de una Variable	3	2	0	8
Geometría Analítica	2	1	5	Geometría Analítica	2	1	0	5
Dibujo para Ingeniería	0	3	3	Dibujo para Ingeniería	0	3	0	3
Algoritmos Computacionales y Programación	2	2	6	Programación para Ingeniería	2	2	0	6
Ecuaciones Diferenciales	3	2	8	Ecuaciones Diferenciales	3	2	0	8
Cálculo Multivariable	3	2	8	Cálculo Multivariable	3	2	0	8
Métodos Numéricos	2	2	6	Métodos Numéricos	2	2	0	
Química	3	2	8	Química	3	2	0	8
Biología Celular	3	2	8	Biología Celular	3	2	0	8
Química Orgánica I	3	4	10	Química Orgánica I	3	3	0	9
Química Orgánica II	3	4	10	Química Orgánica II	3	3	0	9
Bioquímica General	3	2	8	Bioquímica General	3	2	0	8
Bioquímica Dinámica	3	2	8	Bioquímica Dinámica	3	3	0	9
Química Analítica y Métodos Instrumentales	4	4	12	Química Analítica	3	4	0	10
Microbiología General	3	4	10	Análisis Instrumental	3	3	0	9

Termodinámica	3	2	8	Microbiología General	3	4	0	10
Balance de Materia y Energía	2	3	7	Fisicoquímica	3	2	0	8
Fenómenos de Transporte	3	0	6	Termodinámica	2	2	0	6
Introducción a la Biotecnología	3	0	6	Balance de Materia y Energía	3	2	0	8
Química Inorgánica	2	2	6	Flujo de Fluidos	2	2	0	6
Dinámica y Control de Procesos	2	2	6	Fenómenos de Transporte	4	0	0	8
Genética	3	0	6	Química inorgánica	1	2	0	4
Microbiología Industrial	3	4	10	Operaciones Unitarias	2	3	0	7
Biología Molecular	3	0	6	Ingeniería de control	2	2	0	6
Enzimología y Biocatálisis	3	3	9	Genética	3	0	0	6
Ingeniería de Reactores Bioquímicos	4	0	8	Microbiología Industrial	3	4	0	10
Cultivo de Células y Tejidos	3	3	9	Biología Molecular	3	0	0	6
Ingeniería Genética y Metabólica	0	3	3	Enzimología y Biocatálisis	3	3	0	9
Diseño de Plantas Biotecnológicas	5	0	10	Ingeniería y diseño de Biorreactores	3	0	0	6
Bioética	0	3	3	Cultivo de Células y Tejidos	3	3	0	9
Calidad	0	3	3	Bioseparaciones	3	0	0	6
Administración	0	3	3	Bioinformática	0	3	0	3
Bioestdística y Diseño de Experimentos	0	4	4	Ingeniería Genética y Metabólica	0	3	0	3
Desarrollo Sostenible	0	3	3	Toxicología	3	0	0	6
Servicio Social	0	0	12	Diseño de Plantas Biotecnológicas	2	3	0	7
Experiencia Recepcional	0	0	12	Metodología de la Investigación	0	3	0	3
Optativa I	3	0	6	Bioética	2	0	0	4
Optativa II	3	0	6	Calidad	0	3	0	3
Optativa III	3	0	6	Administración	0	3	0	3
Electiva I	0	0	5	Bioestadística y Diseño de Experimentos	0	3	0	3
Electiva I	0	0	5	Desarrollo Sostenible	0	2	0	2
Electiva II	0	0	5	Emprendimiento	0	3	0	3

Electiva III	0	0	4	Seguridad e Higiene	1	3	0	5
Electiva IV	0	0	4	Cinética Química y Catálisis	3	0	0	3
				Diseño y Modelado de Bioprocesos	0	3	0	3
				Estancia Industrial y/o Investigación	0	0	0	12
				Servicio Social	0	0	0	12
				Experiencia Recepcional	0	0	0	12
				Optativa I	3	0	0	6
				Optativa II	3	0	0	6
				Optativa III	3	0	0	6
				Electiva I	0	0	0	6
				Electiva II	0	0	0	6
				Electiva III	0	0	0	6

Área de Formación Básica General

El Área de Formación Básica General (AFBG) está diseñada para apoyar al estudiante durante su trayectoria escolar, por lo que debe ser acreditada dentro del primer 50 % de créditos del plan de estudios. El incumplimiento de esta disposición impedirá el avance del alumno al siguiente período escolar.

Para las experiencias educativas (EE) del AFBG no existe examen extraordinario, por lo que deben ser acreditadas en examen ordinario. Sin embargo, cuando el estudiante ha agotado dos inscripciones (Estatuto de los alumnos 2008) y sólo adeuda una EE puede acreditarla en examen de última oportunidad.

Las experiencias educativas del AFBG pueden ser cursadas de manera presencial, durante el periodo semestral o de manera intensiva en periodo intersemestral (verano e invierno) y de manera no presencial (virtual); para el caso de Computación básica e inglés se ofrecen bajo la modalidad de aprendizaje distribuido o autónomo en sus centros de autoaprendizaje y auto acceso, respectivamente.

Si los estudiantes poseen las competencias que promueven Computación Básica, Lectura y redacción e inglés pueden acreditarlas a través de la presentación de una evaluación por competencias, sin necesidad de cursarlas. Los denominados así, exámenes de competencias, pueden ser presentados hasta dos veces; si no son acreditados, el estudiante debe cursar la experiencia educativa, sin detrimento de las tres oportunidades que tiene para inscribirse.

Adicionalmente, para el caso de inglés, los estudiantes pueden acreditar la experiencia si es que han sido certificados previamente. Las dos certificaciones reconocidas hasta

este momento, son: la otorgada por la Universidad de Cambridge (KET) y el Exaver1, otorgado por la Universidad Veracruzana.

Una de las características con las que cuenta el MEIF es la flexibilidad curricular, en cuanto a tiempo y espacio, por lo que, las experiencias educativas se ofertan en cada periodo escolar y no tienen una secuencia rígida, a excepción de los talleres de Inglés I y II. Los alumnos pueden cursarlas en cualquier momento, hasta antes de rebasar el 50% de los créditos.

En cuanto a espacio, el estudiante puede optar por cursar estas experiencias educativas en cualquier programa educativo de su entidad, de otra entidad en su región o en otra región; para el caso de inglés, en su programa educativo si es que la ofrece, en los Centros de Idiomas y autoacceso de cualquiera de las regiones. Lo anterior hace del AFBG un espacio académico en el que pueden convivir estudiantes de diferentes programas educativos.

Segunda lengua

Los estudiantes podrán cursar una segunda lengua en el Centro de Idiomas de la Universidad Veracruzana bajo los siguientes requisitos:

Los aspirantes a ingresar a los Centros de Idiomas y de Autoacceso deberán cumplir con los requisitos y trámites que establece la institución para el proceso de admisión en la convocatoria respectiva. La aceptación de los aspirantes en los Centros de Idiomas y de Autoacceso estará determinada por la capacidad de cobertura disponible.

Los cursos que ofrezcan los Centros de Idiomas y de Autoacceso, en sus distintas opciones, serán evaluados a través de exámenes parciales y finales. La escala de calificaciones es del 1 al 10, siendo la mínima aprobatoria de 6, expresada en números enteros. En caso de obtener resultado reprobatorio, el alumno podrá cursarlo de nuevo. Los alumnos tendrán derecho a no más de dos inscripciones consecutivas o discontinuas por experiencia educativa.

Los alumnos podrán acreditar las experiencias educativas que sean requisito o formen parte de los planes de estudio flexibles de los programas educativos que se encuentren cursando, de conformidad con los requisitos establecidos en las convocatorias de los Centros de Idiomas y de Autoacceso y los que establezcan los planes de estudios.

Los alumnos de licenciatura que cursan planes de estudio flexibles podrán acreditar el conocimiento de lenguas a través de un examen institucional de acreditación, de aquellas que ofrece la Universidad Veracruzana a través de los Centros de Idiomas y de Autoacceso, o por un examen de certificación nacional o internacional reconocido.

Operación de las experiencias educativas optativas

Las Experiencias Educativas Optativas podrán cursarse a partir del quinto período. Los estudiantes podrán elegir una EE Optativa por periodo, según los paquetes optativos que se ofertan dentro del Programa Educativo. Se ofertará la EE Optativa según la demanda que ésta tenga.

Área terminal

Se ofertan cinco paquetes de EE del área terminal, Alimentos, Ambiental, Bioenergías, Biomedicina y Vegetal. Cada paquete del área terminal contiene tres EE y éstas se ofertarán según la demanda que tengan.

AFEL

Esta área de formación de elección libre (AFEL), diversifica el contacto con ambientes de trabajo con visiones multi e interdisciplinarias, promueve resultados y procesos innovadores que enriquecen la opción profesional en la que se están formando los estudiantes, ofreciéndole alternativas de saberes y experiencias de aprendizaje. Los créditos a reconocer serán los considerados en plan de estudios del programa educativo que cursen los estudiantes.

Para acreditar el AFEL, los estudiantes inscritos pueden cursar Experiencias Educativas (EE) de esta misma área, desde un primer y hasta su último periodo escolar. Estas EE, en algunos casos se ofertan en modalidad presencial y otras no presencial (virtual) y se agrupan en las clasificaciones académicas: Salud integral, idiomas, manifestaciones artísticas, formación y divulgación científica, innovación educativa, ecología y cultura ciudadana.

De igual forma, los estudiantes pueden acreditar esta área de formación, participando en EE del AFEL que se desarrollen en el marco de programas, proyectos o eventos institucionales. Asimismo, inscribirse a EE de otros planes de estudios en Facultades, pertenecientes a cualquier disciplina, correspondientes a las áreas de formación del Modelo Educativo Institucional: básica, disciplinaria y terminal, con excepción del Área de formación básica general. O bien, inscribirse a EE que estén declaradas como optativas en el plan de estudios del Programa Educativo que cursa el estudiante, lo anterior, una vez que culminó sus créditos optativos.

La acreditación del AFEL, también podrá ser reconocida a través de transferencia, equivalencia o revalidación de créditos.

Servicio Social y Experiencia Recepcional

En el proceso de egreso, el plan de estudios incluye como experiencias educativas, el Servicio Social y la Experiencia Recepcional, su objetivo es que los alumnos egresen titulados de la carrera, esto queda legitimado en los Lineamientos para el Control Escolar y en el Estatuto de los Alumnos.

Para cursar y aprobar el servicio social el alumno debe cumplir como mínimo con el 70% de los créditos del programa educativo y cumplir con un mínimo de 480 horas de prestación del servicio, en un plazo no menor a seis meses ni mayor de un año. Se acreditará por medio de reportes sobre actividades realizadas en estancias industriales ó prácticas profesionales ó como servicio a un cuerpo académico. El estudiante debe cumplir con sus reportes y exposición de los mismos en tiempo y forma de acuerdo a los criterios establecidos por el facilitador de la experiencia educativa.

Para cursar y aprobar la experiencia recepcional el alumno debe cumplir como mínimo con el 70% de los créditos del programa educativo y podrán acreditarla a través de las siguientes opciones: a) por trabajo escrito, bajo la modalidad de tesis, tesina, monografía, reporte o memoria; b) Por trabajo práctico, que puede ser científico y c) por promedio.

El Servicio Social puede prestarse en la propia institución o en los sectores público, social y privado. La prestación del servicio social no generará relaciones de carácter laboral entre quien lo presta y quien lo recibe.