



# **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA**

## **DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y BIOQUÍMICA**

### **DISEÑO DE LA ESPECIALIDAD DE LA CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA**

**IBQA-2010-207**

### **ESPECIALIDAD EN BIOTECNOLOGÍA APLICADA**

**IBQE-BA-2013-02**

**ELABORADO POR:**

**MC. Sara Alicia González Novelo**

**Dr. Enrique Sauri Duch**

**Dra. Elsy Noemí Tamayo Canul**

**Dr. Jorge Abraham Tamayo Cortes**

**Dr. Víctor Manuel Toledo López**

**Dra. María de Lourdes Vargas y Vargas**

**Ing. José Luis Giorgana Figueroa**

**Dr. Carlos Francisco Reyes Sosa**

**Dra. Sara Luz Nahuat Dzib**

**MC. Gerardo Rivera Muñoz**

**Dra. Sara Elena Solís Pereira**

**Dr. Luis Alfonso Rodríguez Gil**

## ÍNDICE

<b>1. DIAGNÓSTICO DE LA REGIÓN</b>	<b>3</b>
1.1 Actividades socioeconómicas por sector y región	3
1.2 Organismos públicos, sociales y empresas privadas que funcionan en la zona y que tienen influencia en el entorno	7
1.3 Programas y proyectos de desarrollo de estos organismos	10
1.4 Situación actual de la producción de bienes y servicios	12
1.5 Caracterización de los recursos naturales regionales	13
1.6 Perspectivas de desarrollo de los puntos anteriores	15
1.7 Desarrollo de las disciplinas actuales y emergentes en el entorno local, regional, nacional e internacional, relacionadas con los planes de estudio que ofrece el Instituto Tecnológico	17
1.8 Necesidades de competencias profesionales en el entorno	19
<b>2. ESTUDIO DE LAS CAPACIDADES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO</b>	<b>19</b>
2.1 Número de estudiantes del plan de estudios de la estructura genérica	20
2.2 Índices de Reprobación y Deserción	21
2.3 Condiciones socioeconómicas y expectativas de formación y de trabajo de los estudiantes	22
2.4 Personal Académico	23
2.5 Personal Técnico Administrativo	24
2.6 Infraestructura de Laboratorios	24
<b>3. CONTENIDOS ACTUALES Y PERTINENTES</b>	<b>25</b>
3.1 Elaboración del perfil de la especialidad	27
3.1.1 Antecedentes	27
3.1.2 Objetivo de la carrera de Ingeniería Bioquímica	27
3.1.3 Perfil profesional	28
3.1.4 Campo de trabajo del Ingeniero Bioquímico	28
3.2 Definición de la Especialidad	28
3.2.1 Objetivo de la Especialidad	28
3.2.2 Perfil de la Especialidad	28
3.2.3 Aportación al perfil del egresado	29
3.3 Programas de estudio de la especialidad	29
3.3.1 Asignaturas de la Especialidad en Ciencia y Tecnología de Alimentos	29
3.4 Programas de estudio desarrollados por unidades de aprendizaje	30
3.4.1 Biología Molecular	30
3.4.2 Biotecnología Enzimática	35
3.4.3 Biotecnología de Fermentaciones	40
3.4.4 Biotecnología Vegetal	48
3.4.5 Biotecnología de Recursos Marinos	55
3.5 Retícula de la carrera de Ingeniería Bioquímica con la especialidad de Biotecnología Aplicada	62

## **1. DIAGNÓSTICO DE LA REGIÓN**

### **1.1 Actividades socioeconómicas por sector y región.**

#### **Antecedentes**

El mundo actual experimenta cambios que hace años resultaban impensables para la mayoría. Uno de los más importantes se está gestando en la educación. A diferencia de nuestros abuelos y nuestros padres, nosotros vivimos un cambio paulatino en el terreno de la educación desde la década de los setenta y que se inició en Europa. Como parte de la inercia que vivía el mundo en esos años, académicos de todo el mundo comenzaron a lanzar fuertes críticas hacia el modelo educativo imperante hasta ese entonces. El llamado “Conductismo”, modelo que reducía al alumno a un papel pasivo, ha sido desplazado poco a poco por un modelo acorde a los cambios que la sociedad misma impone.

Lo que actualmente busca la educación es lograr que los alumnos sean capaces de llegar al conocimiento de una forma activa. La indagación, la investigación y el desarrollo de habilidades están siendo los objetivos de la educación en la mayoría de los países.

Acorde a estos cambios, el desarrollo de la tecnología juega un papel fundamental. La integración de herramientas digitales en las escuelas, permiten que los alumnos desarrollen mejor su capacidad de “construir” el conocimiento. Precisamente, el “Constructivismo” es un modelo educativo implementado para lograr que los alumnos se vuelvan participativos y que sean ellos mismos, junto con el maestro como guía, quienes encuentren soluciones a los problemas que se les presentan.

El Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica (SNEST):

Está dedicada a la formación de capital intelectual, ético y propulsor capaz de generar, dirigir y operar proyectos viables y sustentables que transformen la riqueza de las diversas regiones geográficas de la nación en bienestar de la sociedad mexicana.

Nuestro país en el que más del noventa por ciento de plazas laborables en el sector formal son generadas por pequeñas y medianas empresas se enfrenta con una competencia más abierta ante un mundo con una economía cada vez más globalizado, donde las grandes empresas multinacionales controlan recursos tecnológicos, comerciales, naturales y financieros. Esto representa un desafío formidable para México, su economía, sus Instituciones, sus empresas y en general para su población. En particular la educación debe tener una estrategia, planes y programas que permitan enfrentar este reto.

Así pues, encontramos que México ocupa el lugar número 48 de 65 en la evaluación de conocimiento de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) y en el tercer lugar de América Latina, sólo por debajo de Chile y Uruguay, según el informe PISA del 2009.

El problema del analfabetismo se ha reducido de manera importante a partir de 1970 pasando de un 25.8% de analfabetismo en ese año a sólo un 4.5% en el 2005, lo que coloca al país muy cerca de alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio acordados en la ONU.

Como respuesta a esto el Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica diseñó el Modelo Educativo para el siglo XXI como una estrategia para afrontar con los mexicanos el desafío que plantean las transiciones demográficas, económicas, políticas y sociales que marcan el presente y el devenir histórico próximo del país.

El SNEST atiende actualmente a 290,601 alumnos, con una planta de 22,668 profesores en 208 planteles en 31 estados de la República. Está integrado por 83 Institutos Tecnológicos Industriales, 22 Institutos Agropecuarios, 6 Institutos Tecnológicos del Mar y 97 Tecnológicos Descentralizados de los gobiernos de los estados. De los 130 programas de Licenciatura y de los 211 programas de postgrado que ofrece, el 80 % corresponde a carreras de ingeniería y el resto a programas de administración. En general el SNEST atiende el 12.15 % del total de la matrícula nacional de educación superior (el total es de 2'391,258). Teniendo como objetivo la modernización de sus programas y la actualización de su oferta académica el sistema busca nuevas alternativas que satisfagan las necesidades actuales y futuras de nuestro país.

### **Plan de desarrollo del Gobierno del Estado de Yucatán.**

El Estado de Yucatán está ubicado en el Sureste de la República, al norte de la Península de Yucatán; limita al norte con el Golfo de México, al este con el Estado de Quintana Roo y al Sur este con el Estado de Campeche. Hallándose dentro de la zona tropical, cuenta con una superficie de 43,379 km<sup>2</sup> y un litoral de 378 km. Tiene una población de 1,955,577 habitantes, con una densidad de 45.08 personas por km<sup>2</sup> y una tasa de crecimiento anual del 1.98 por ciento. Está conformada políticamente por 106 municipios.

Dentro del plan de desarrollo se pretende contar con un sistema educativo al que tengan oportunidad de acceso todos sus habitantes, independientemente de su edad, condición y características socioculturales, y que se constituya como una herramienta eficaz en la formación de seres humanos capaces de participar activamente en la construcción de una vida social incluyente y respetuosa, dotados de las competencias necesarias para funcionar en una economía globalizada e interdependiente, que sean y se sientan sujetos de su propio desarrollo.

Partiendo de la base de que la educación es el proceso social que hace posible que cada generación desarrolle sus actividades a partir de lo creado por las generaciones anteriores, y no tenga que reinventar las formas de relacionarse y obtener lo necesario para la supervivencia. En una sociedad como la nuestra, la educación tiene la triple función de atender el desarrollo de las capacidades individuales físicas, intelectuales, artísticas, afectivas, sociales y morales de cada uno de los integrantes de la comunidad, de fomentar los valores que aseguran una convivencia solidaria y comprometida, es decir, de formar a los individuos para la ciudadanía, y propiciar el desarrollo de las competencias que requiere un mercado laboral cada vez más complejo, cambiante y diversificado.

En Yucatán, la población estudiantil total asciende a 524,738 alumnos, atendidos por 28,889 maestros en 3,652 escuelas, lo que permite alcanzar una cobertura aproximada del 71.6% en promedio en los distintos niveles educativos. El 89.2% de los alumnos

están en instituciones públicas y el 10.8% en instituciones privadas. Para el presente ciclo escolar, la matrícula total creció a más de 7,300 alumnos en relación con el anterior. El nivel de educación superior reportó el mayor crecimiento con 14.1%, seguido por los correspondientes a la educación media superior, secundaria y preescolar, con 6.2%, 3.1% y 2.2% respectivamente.

Tabla 1. Estudiantes que cursan el bachillerato en el Estado de Yucatán. SEP. Sistema Educativo de los Estados Unidos Mexicanos. Principales cifras, ciclo escolar 2010/2011. [www.sep.gob.mx](http://www.sep.gob.mx) (Consulta: 31 de enero de 2012).

<b>Sexo</b>	<b>Profesional técnico</b>	<b>Bachillerato</b>
Hombres	2,602	34,906
Mujeres	2,259	33,758

Tabla 2. Distribución de estudiantes por áreas en el nivel superior en el Estado de Yucatán. Ciclo escolar 2007-2008. ANUIES. Anuario Estadístico 2008. [www.anui.es.mx](http://www.anui.es.mx) (Consulta: 5 de julio de 2011).

<b>Ciencias agropecuarias</b>	<b>Ciencias de la salud</b>	<b>Ciencias naturales y exactas</b>	<b>Ciencias sociales y administrativas</b>	<b>Educación y humanidades</b>	<b>Ingeniería y tecnología</b>	<b>Total</b>
1,094	3,906	1,164	2,2575	2,609	12,416	4,3764

Tabla 3. Distribución de estudiantes de posgrado por áreas en el Estado de Yucatán. Incluye especialidad, maestría y doctorado. ANUIES. Anuario Estadístico 2008. [www.anui.es.mx](http://www.anui.es.mx) (Consulta: 5 de julio de 2011).

<b>Ciencias agropecuarias</b>	<b>Ciencias de la salud</b>	<b>Ciencias naturales y exactas</b>	<b>Ciencias sociales y administrativas</b>	<b>Educación y humanidades</b>	<b>Ingeniería y tecnología</b>	<b>Total</b>
141	622	257	1,389	428	274	3,111

Tabla 4. Estudiantes de Nivel Superior en el Estado de Yucatán. SEP. Sistema Educativo de los Estados Unidos Mexicanos. Principales cifras, ciclo escolar 2010/2011. [www.sep.gob.mx](http://www.sep.gob.mx) (Consulta: 31 de enero de 2012).

<b>Sexo</b>	<b>Normal licenciatura</b>	<b>Técnico superior</b>	<b>Licenciatura universitaria y tecnológica</b>	<b>Posgrado</b>
Hombres	884	2,147	24,620	1,817
Mujeres	2,317	1,490	22,273	1,939

Tabla 5. Porcentaje de absorción de estudiantes. SEP. Sistema Educativo de los Estados Unidos Mexicanos. Principales cifras, ciclo escolar 2010/2011. [www.sep.gob.mx](http://www.sep.gob.mx) (Consulta: 31 de enero de 2012).

<b>Secundaria</b>	<b>Profesional técnico</b>	<b>Bachillerato</b>
99.7%	7.5%	95.7%

Tabla 6. Escuelas en el Estado de Yucatán por nivel educativo. Esquema general del Sistema Educativo Nacional (Servicios Educativos Escolarizados). SEP. Sistema Educativo de los Estados Unidos Mexicanos. Principales cifras, ciclo escolar 2010/2011. www.sep.gob.mx (Consulta: 03 de febrero de 2012).

	<b>Preescolar, Primaria y Secundaria</b>	<b>Bachillerato y Técnico superior</b>	<b>Normal licenciatura</b>	<b>Licenciatura universitaria y tecnológica</b>	<b>Posgrado</b>	<b>Total</b>
<b>Yucatán</b>	3249	238	16	105	49	3657
<b>Nacional</b>	226374	13967	466	5060	1906	247773

### **Necesidad Social.**

Uno de los más grandes anhelos de los yucatecos es vivir en un estado con desarrollo social y humano sostenido, basado en una distribución equitativa de los recursos, que redunde en mejores condiciones de salud, educación, infraestructura, empleo, recreación y uso del tiempo libre, en el que la sociedad se caracterice por su intensa participación en la solución de sus problemas, que respete los derechos humanos, la diversidad y el medio ambiente.

El nuevo enfoque implica alinear planes, objetivos y estrategias dirigidos a los cuatro aspectos torales del desarrollo humano, el personal, social, físico y económico.

En materia de educación, está ubicado en el lugar 23 del país con un promedio de 7 años de escolaridad de la población mayor de 15 años, por debajo de la media nacional de 7.7 años.

La estructura de la población en Yucatán, en la que predominan los grupos de edad con gente joven, hace impostergable la creación de más y mejores empleos durante los próximos años, necesidad que involucra mejoras en factores determinantes para el desarrollo económico como son la educación, salud, infraestructura, investigación y desarrollo tecnológico y clima de negocios.

El Censo General de Población y Vivienda INEGI 2010, arroja que en el Estado de Yucatán se cuenta con 1,955,577 habitantes, cifra que representa el 1.7% aproximadamente de la población del país. Respecto a la actividad que desempeñan los jóvenes yucatecos, 30% sólo estudia, mientras tanto, tres de cada 10 jóvenes reportaron estar únicamente trabajando. Con una población preponderantemente joven 1 de cada 3 habitantes, tiene edades entre 12 y 29 años, de ésta el 10.02 % tiene edad entre 18 y 27 los cuales son principalmente la edad estudiantil de nivel licenciatura. En el año 2009 en el nivel secundario egresaron 28,636 alumnos y 15,342 en el nivel bachillerato en el Estado de Yucatán, os cuales demandaran servicios de estudios superiores, si además se considera el índice de crecimiento en la última década es de 1.179 la proyección del aumento en el año 2020 se esperan 2,300,000 habitantes en el Estado, de los cuales e alrededor de 18,000 serán egresados del bachillerato y estos estarán demandando servicios de licenciatura. No se puede dejar de señalar factores cualitativos que influirán en la composición de la población económicamente activa para el futuro, tales como una incorporación más decidida de la mujer a la actividad empresarial y la difusión de una nueva cultura empresarial.

Tabla 7. Porcentajes de eficiencia terminal por nivel educativo en el Estado de Yucatán y Nacional. Curso escolar 2011-2012. SEP. Sistema Educativo de los Estados Unidos Mexicanos. Principales cifras, ciclo escolar 2010/2011. www.sep.gob.mx (Consulta: 31 de enero de 2012).

	<b>Primaria</b>	<b>Secundaria</b>	<b>Profesional técnico</b>	<b>Bachillerato</b>
<b>Yucatán</b>	95.5	81.3	52.5	59.2
<b>Nacional</b>	95.0	82.9	46.1	65.3

### **Necesidad Económica.**

Se desea convertir a Yucatán en un Estado competitivo, en términos de desarrollo empresarial, con un crecimiento económico sustentable, equilibrado e incluyente con alto sentido de responsabilidad social que incorpore vocaciones, habilidades, infraestructura y recursos naturales de sus regiones haciéndolo altamente atractivo para la inversión.

Subsisten algunos factores de impacto negativo que inhiben el desarrollo económico de Yucatán, tales como el bajo nivel educativo de la fuerza laboral, y en algunos casos de la empresarial, la falta de innovación y de cultura de calidad, tecnología y diseños obsoletos y carencia de insumos a precios competitivos, lo que resulta en una baja competitividad de las empresas y en salarios poco remunerativos e inferiores al promedio nacional para los trabajadores. Las pequeñas y micro empresas del Estado no se han podido consolidar debido a problemas de comercialización, esquemas reguladores excesivos, inadecuado sistema de financiamiento y complejo régimen fiscal; mientras que en el comercio existen problemas de información insuficiente de mercados y competencia desleal a través del contrabando, falsificaciones y comercio informal. A su vez, en el turismo falta planeación y posicionamiento, definición de nichos de mercado y una mayor promoción a nivel nacional e internacional.

La visión del Gobierno del Estado es convertir a Yucatán en un Estado competitivo, en términos de desarrollo empresarial, con un crecimiento económico sustentable, equilibrado e incluyente, con alto sentido de responsabilidad social que incorpore vocaciones, habilidades, infraestructura y recursos naturales de sus regiones haciéndolo altamente atractivo para la inversión.

### **1.2 Organismos públicos, sociales y empresas privadas que funcionan en la zona y que tienen influencia en el entorno.**

#### **Instituto Tecnológico de Mérida (ITM).**

Es una institución de Enseñanza Superior creada en el año de 1961. En ese entonces, daba servicio a toda la región Sureste: Campeche, Q. Roo, Chiapas, Tabasco y Yucatán con 410 alumnos en los ciclos de Secundaria Técnica, Preparación Técnica para Trabajadores, Subprofesional, Vocacional de Ingeniería y la carrera de Ingeniería Industrial Mecánica.

Con el paso del tiempo, la secundaria y el ciclo de agropecuaria se separaron del Instituto. A partir de 1970, inició su proceso de consolidación y experimentó mayor

crecimiento en otras áreas de la Ingeniería y la Administración, tales como la Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Civil, Administración de Empresas y Administración de Empresas Turísticas, además, se incursionó en los estudios de posgrado al abrir la Maestría en Planificación Industrial. Durante estos años incorporó en su esquema de trabajo el plan semestral y el sistema de créditos y fue hasta 1989 que se realizó la separación definitiva del bachillerato, dedicándose exclusivamente a ofrecer estudios de nivel superior.

Es importante señalar que el Instituto inició su operación con apoyo tripartita. En principio recibía recursos del gobierno federal, del gobierno estatal y de la iniciativa privada; hasta que se federalizó completamente.

Actualmente, la educación que se ofrece en el Instituto Tecnológico de Mérida, se apoya en los siguientes objetivos:

- a) Vincular la Educación e Investigación Tecnológica con el sistema productivo de bienes y servicios nacionalmente necesarios.
- b) Elevar la calidad de la educación.
- c) Mejorar la eficiencia de los servicios.

La dependencia jurídica, académica y administrativa que tiene el ITM del Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica regula sus acciones.

El ITM ofrece servicios educativos de nivel superior al formar profesionistas de calidad que contribuyan al desarrollo de su área de influencia. Se ofrecen dos niveles de formación:

- Licenciatura; en dos modalidades, Escolarizada y Abierta.
- Postgrado con niveles de Maestría y Doctorado.

### **Instituciones públicas.**

- **Secretaría de economía**

La secretaria de economía es la dependencia del gobierno federal que promueve los empleos de calidad y el crecimiento económico del país, mediante el impulso e implementación de políticas públicas que detonen la competitividad y las inversiones productivas.

- **Secretaría de fomento económico del gobierno del estado de Yucatán**

La Secretaría de Fomento Económico le corresponde el despacho de los siguientes asuntos: Proponer y llevar a cabo, en colaboración permanente con la ciudadanía las políticas y programas relativos al fomento y desarrollo de las actividades económicas, específicamente las industriales, de comercio, de servicios, de importación y exportación, de abasto, artesanales y todas aquellas relacionadas con la creación y conservación de los empleos; Promover y apoyar la ejecución de proyectos de inversión en materia económica para la creación de nuevas unidades productivas e impulsar el crecimiento de las ya existentes; procurando establecer mecanismos de consulta ciudadana para dicho proceso; Promover la realización de ferias, exposiciones y congresos, de carácter local, nacional e internacional, vinculadas a la promoción de actividades industriales, comerciales, de abasto, agropecuarias y de aprovechamiento



forestal; Estimular y apoyar la ejecución de los proyectos de inversión mediante la realización y difusión de estudios que permitan disponer de información confiable en materia industrial, comercial, logística, tecnológica, de comercialización, y sobre disponibilidad de infraestructura así como sobre las ventajas de capital que ofrezca el Estado; Celebrar, por delegación del Gobernador del Estado, convenios con los ayuntamientos para la realización de actividades relacionadas con la Secretaría; Ejercer, previo acuerdo del Gobernador del Estado, las atribuciones y funciones que provienen de los convenios firmados entre el mismo y la Administración Pública Federal respecto de las actividades de la Secretaría; Proponer y apoyar la realización de programas y obras de infraestructura en áreas que competen a la propia Secretaría; Ser órgano de consulta para la Administración Pública y para la ciudadanía en las actividades de competencia de esta Secretaría; Regular los servicios regionales del sector, de conformidad con el Plan Estatal de Desarrollo bajo criterios de eficiencia, productividad y optimización en el gasto público para brindar una mayor calidad de servicios a la población; Promover y apoyar a las organizaciones industriales y comerciales en sus procesos de modernización tecnológica y administrativa; Impulsar y apoyar el establecimiento de nuevas empresas en el Estado; Opinar sobre la constitución o modificación de los fideicomisos o empresas en el área de competencia de la misma, para su promoción e impulso, en los términos de la legislación correspondiente; Difundir técnicas, sistemas y procedimientos eficaces que permitan el mejoramiento de la producción y la productividad, en un contexto de competitividad y adecuado desarrollo económico y social, proponiendo en ese sentido al Gobernador del Estado los mecanismos de coordinación inter-institucional, que permitan incentivar el desarrollo y la inversión productiva; Desarrollar el potencial productivo de los recursos naturales no renovables en un marco de racionalidad y cuidando su preservación; Promover la organización de las sociedades productivas, proporcionando el apoyo especializado necesario para tal objeto; Participar en la operación del Sistema de Información Estadística Económica del Estado en coordinación con la Secretaría de Planeación y Presupuesto; Implementar la adecuada vigilancia, control y demás acciones en coordinación con las dependencias concurrentes en materia de desarrollo económico; Dar cumplimiento a los convenios que en la materia celebre el Estado con la Federación y con los municipios.

### **Instituciones privadas y empresas manufactureras en la zona.**

- CANACINTRA (Cámara Nacional de la Industria de la Transformación)
- Bepensa bebidas
- Galletera Donde
- Grupo Pepsico
- Botanas la Lupita
- Monty
- Cementos Maya

- Keken
- Bachoco
- Falco Electronics
- Salinera
- Grupo Bimbo
- La Anita
- Halliburton de México.
- Loal Construcciones S.A de C.V.
- Gabar Instalaciones.
- Serine Constructora S.A. de C. V.
- Taacsa.
- Valassi ingeniería.
- IEMI.
- Sona Eléctrica.
- Prodin Transformadores.
- Construcciones civiles y eléctricas H.S.G.G.
- Alcica construcciones, S. A. de C. V.
- Construcción y materiales eléctricos.
- Instalaciones J. S. S. A. de C. V.
- AES Mérida III
- Distribuidora Megamak S.A. de C.V.
- Asesoría Proyecto Construcción de Instalaciones Especiales
- Constructora Dicofe S.A de C.V
- Electromecánica Mérida SA. De CV
- Construcciones y materiales Ramírez S.A de C.V.
- GPE DESING STUDIO
- Luna Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas UVSEIE 477-A
- Distribución Control e Iluminación S.A (DICISA)
- Global Prestige Entrepreneur Group S.A de C.V (GPE)

### **1.3 Programas y proyectos de desarrollo de estos organismos.**

#### **Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán.**

El Plan Estatal de Desarrollo 2007-2012 tiene como objetivo contribuir a hacer realidad las aspiraciones que comparten el gobierno y la sociedad, plasmadas en una Visión de largo plazo: “Hacer de Yucatán un estado exitoso en mejorar el bienestar de su población”. Se considera necesario así concentrar el esfuerzo en ocho Áreas de Desarrollo Integrado: “Yucatán productivo”, “Yucatán generador de inversión”, “Yucatán Científico y Tecnológico”, “Yucatán armónico”, “Chichén-Itzá: Capital del

Mundo Maya”, “Progreso: Puerta de la Península al Mundo”, “Inversión Pública para el futuro” y “Gobierno que sirve”.

El 26 de mayo de 2008, el Gobierno del Estado publicó en el Diario Oficial, el decreto que crea el Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán (SIIDETHEY), en el cual se establecen las bases para su organización y funcionamiento. El Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán, se sustenta en una estructura organizativa que integra instituciones de educación superior, centros de investigación y empresas de base tecnológica en el Estado, que sin perder su identidad y régimen jurídico, y en el marco de un conjunto de principios rectores, contribuyen ordenadamente y de manera articulada entre sí, entre otros, a los siguientes fines:

- Promover y fortalecer la Ciencia y la Tecnología como parte de la cultura de Yucatán.
- Potenciar las capacidades científicas y tecnológicas con las que cuenta el Estado para la atención de problemáticas relevantes del desarrollo social y económico de la entidad.
- Promover la formación de científicos y tecnólogos altamente competentes para impulsar el desarrollo de la región; y  Convertir a Yucatán en un polo de desarrollo científico, de innovación y desarrollo tecnológico, y de formación de científicos y tecnólogos altamente competentes, reconocidos ampliamente a nivel nacional e internacional.

Para fomentar el desarrollo sostenible del SIIDETHEY, impulsar la mejora continua de la calidad de la educación que se imparte en el Estado, particularmente la del tipo superior, y lograr los objetivos de las Áreas de Desarrollo Integrado del Plan Estatal de Desarrollo 2007-2012, el Gobierno del Estado ha establecido la política de impulsar la formación de recursos humanos de alto nivel que coadyuve a fortalecer y potenciar las capacidades para la generación y aplicación innovadora del conocimiento de las instituciones que conforman el SIIDETHEY.

### **Parque Científico y Tecnológico de Yucatán**

Con una inversión superior a 317 millones de pesos en 2011 se inició la construcción del Parque Científico y Tecnológico de Yucatán, infraestructura que agrupará instalaciones de los principales centros de investigación del país.

El parque se construye en las afueras de la comisaría Sierra Papacal, al noroeste de Mérida, a donde se trasladarán las 10 instituciones que conforman el Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Estado, entre ellas el CONACYT, el CICY, la UADY, la UNAM y el CINVESTAV. El proyecto es tener reunida a toda la comunidad científica en un solo lugar y se edificará con recursos federales, estatales y de los propios centros de investigación. Tendrá una extensión de 200 hectáreas y se espera que a mediano plazo también concentre a empresas privadas vinculadas con esta rama. El eje de esta unidad será una biblioteca especializada, con una inversión de 20 millones de pesos, un banco de germoplasma, una planta experimental de alimentos y un acuario.

La primera parte albergará las instalaciones del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) Unidad Mérida y el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del estado de Jalisco. Asimismo, las oficinas regionales del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), también del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Yucatán y la Unidad del Centro de Investigaciones Económicas y Sociales. También se contará con un centro generador de energía alternativa de la Universidad Autónoma de Yucatán, las instalaciones del Centro de Investigación Científica de la entidad, incluso un jardín botánico para el cuidado de la biodiversidad.

La planta experimental de alimentos será eje para la investigación en torno a frutas, verduras y cárnicos, por lo que contará con laboratorio biológico molecular, una planta de procesamiento y un centro de vinculación con el sector productivo.

Los laboratorios podrían ser compartidos por todas las instituciones, así como la biblioteca, ambas propuestas representan una nueva cultura de la colaboración para generar investigación y ciencia.

Este complejo contará con unidades habitacionales para estudiantes, residentes y profesores extranjeros, lo cual permitirá ofrecer condiciones para generar experiencia y conocimiento sobre las problemáticas regionales.

#### **1.4 Situación actual de la producción de bienes y servicios.**

El Estado de Yucatán ocupa el lugar número 4 con incidencia de pobreza extrema y es uno de los estados con mayor índice de marginalidad alta y muy alta.

Actualmente se cuenta con una de 740 mil plazas laborales, aunque más de cien mil pagan sueldos apenas superiores al salario mínimo (fuente: Plan Estatal de Desarrollo 2007-2012, Gobierno del Estado de Yucatán).

El Estado de Yucatán, al igual que el resto del país, ha mostrado mayor dinámica en la generación de riqueza en los últimos años, sin embargo, aún presenta rezagos económicos y sociales de importancia. La Entidad ocupaba en 1995 el noveno lugar nacional en términos de marginación y para el año 2000, según el INEGI, 82 de los 106 municipios del Estado, en los que habitan 29% de los yucatecos, fueron calificados como de alta y muy alta marginación. Actualmente se estima que 600 mil ciudadanos viven en la pobreza y que casi la mitad de la población no tiene acceso a servicios médicos adecuados (fuente: Plan Estatal de Desarrollo 2007-2012, Gobierno del Estado de Yucatán).

En cuanto a la generación de riqueza, Yucatán, como el resto de los Estados de la región sur-sureste del país, se encuentra rezagado en el desarrollo de su PIB. En los 80s se magnificaron las diferencias entre los Estados de la región sur-sureste del país y el resto de las regiones del país. Yucatán registró una tasa promedio de crecimiento del PIB anual de 3.5% entre 1993 y 1999, lo que equivale a un 22.6% global durante dicho período. Durante el bienio 1998-1999, el PIB estatal representó el 1.3% del nacional y ocupó el lugar 23 entre 32 Estados; el PIB estatal creció a una tasa del 4.5% anual contra un 3.8% del país, arrojando un PIB estatal per cápita real a precios de 1993, de 11,111 pesos, ubicándose en el lugar 18 a nivel nacional.

La tasa general de crecimiento promedio del PIB en los Estados de Quintana Roo y Yucatán fue inferior a las tasas generales de crecimiento de los Estados del noroeste, noreste, occidente y norte.

Existen en el Estado importantes atrasos en educación, salud, infraestructura y nivel de competitividad empresarial, en términos de eficiencia, calidad, uso de tecnología y adopción de mejores prácticas.

El Estado de Yucatán, se constituye por lo tanto como una Entidad con una economía en crecimiento. Se ha avanzado en el comercio exterior, en la industria ha habido una evolución importante y la comunidad yucateca en general es más participativa.

Con base en lo anterior, y para generar el desarrollo económico sustentable del Estado, es necesario llevar a cabo las siguientes acciones para mejorar el nivel de vida de la sociedad:

- Promover la innovación y el desarrollo de tecnologías de manera permanente como herramientas efectivas para elevar la rentabilidad de las empresas.
- Promocionar de manera efectiva, permanente y estratégica al Estado como una Entidad de vanguardia y destino efectivo de inversiones que generen empleos y mejores niveles de bienestar.
- Impulsar el desarrollo de las micros, pequeñas y medianas empresas competitivas mediante la capacitación de los empresarios y la participación de los mismos en sus comunidades.
- Contar con las condiciones suficientes de infraestructura para el desarrollo que propicien nuevas inversiones y que éstas generen empleos.
- Involucrar a la sociedad en la actividad económica del Estado, promoviendo una cultura emprendedora y de compromiso social con la Entidad.
- Acompañar el crecimiento económico del Estado con directrices y políticas que ordenen su desarrollo e impulsen su despegue en beneficio de la sociedad.

## **1.5 Caracterización de los recursos naturales regionales.**

### **Localización.**

El Estado de Yucatán está situado en el extremo norte de la Península del mismo nombre en el sureste de la República Mexicana. Se encuentra comprendido entre los paralelos 19°29' y 21 °37' latitud norte y los meridianos 87°32' y 90°25' longitud oeste. Colinda al norte con el Golfo de México, al este y sureste con Quintana Roo y al oeste y suroeste con Campeche.

Se encuentran con frecuencia en todo el territorio manantiales subterráneos cuyas aguas se supone desembocan en los mares. Se les llama cenotes o grutas, y algunos son de admirable belleza.

Las costas de Yucatán están bañadas únicamente por las aguas del Golfo de México. En realidad son playas muy bajas constituidas por bancos de arena, submarinos o visibles, que dificultan la navegación notablemente.

El litoral del estado comienza a desarrollarse desde el estero de Celestún que se encuentra al oeste, junto a los límites con el estado de Campeche; termina en el extremo

oriente en la medianía de una entrada de mar conocida con el nombre de Río Lagartos justo en los límites con el estado de Quintana Roo. La extensión del litoral es de 378 kilómetros aproximadamente, que representa un 3.80 por ciento del total de litorales de la República Mexicana.

### **Flora.**

La flora está formada por vegetación decidua tropical y selva espinosa, localmente considerada como selva baja y correspondiente o asociada con suelos muy someros y pedregosos.

### **Fauna.**

Las especies más comunes de animales que habitan en el estado son mamíferos: conejo, venado, tuza, zarigüeya, zorrillo; reptiles: variedad de iguanas y serpientes; aves: flamings, golondrinas, palomas, tzutzuy, etc.

Frente a las riberas del golfo muy lejanas a la costa se encuentran dos grupos de islotes estériles y semidesiertos en donde habitan millares de pájaros marinos: Cayo Arenas y El Arrecife de los Alacranes.

El Arrecife de los Alacranes se encuentra a una distancia de 30 millas al norte de progreso de Castro y está constituido de varios islotes formados por bancos de coral. Tienen forma de media luna y carecen de vegetación. Los islotes más notables de este arrecife se denominan: Isla Pérez en donde como avanzada de peligro se encuentra un faro pequeño; Isla Desterrada; Isla Desaparecida; Isla Chica, y esparcidas alrededor de las anteriores existen otras insignificantes que son extensos criaderos de peces de todas clases.

El Islote de Cayo Arenas se encuentra hacia el noroeste del Puerto de Progreso. Se ha instalado un faro cuya torre guarda cierta similitud con el de la Isla Triángulo. Su altura es de 22 metros, su alcance geográfico de 15 millas y el luminoso de 62. La isla tiene unos 700 metros de longitud por 250 de ancho y está formada por arena y tierra sueltas. Está rodeada de bajos, aunque en mayor cantidad por el lado norte. De estos bajos, a una distancia de 300 metros, sobresale una roca como medio metro sobre el nivel del mar, conocido como roca Serdán.

### **Características y uso del suelo.**

La constitución del terreno de toda la península es del tipo calcáreo y pedregoso.

### **Clima.**

Las temperaturas oscilan entre los 35°C en el verano y 20°C en invierno. La precipitación acumulada anualmente es aproximadamente de 995 mm. Se distinguen dos tipos de clima, el cálido subhúmedo que abarca el 90% de su territorio con temperatura anual fluctuante entre 24.6 y 27.7° C en promedio y el cálido semiseco que corresponde a la franja costera en el norte del Estado. Tiene una situación geográfica privilegiada, posee bosques tropicales, cenotes, cavernas, corrientes subterráneas, etc.

Al finalizar la primavera caen lluvias generalmente moderadas que se aprovechan para las siembras. Se les denomina lluvias orientales, por venir en su mayor parte con una inclinación desde ese punto cardinal y están acompañadas generalmente por vientos en esa dirección. Las lluvias son más abundantes en el sur y menos frecuentes en las costas pues la escasez de árboles y brisas marítimas evitan en muchas ocasiones que las nubes se aproximen al litoral.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) constituyen áreas representativas de los diferentes ecosistemas y su biodiversidad, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado por el hombre; por ello, se encuentra sujeta a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo. México cuenta con ANPs de carácter Federal, y con ANPs decretadas por las Entidades Federativas. El Gobierno del Estado de Yucatán sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán (LPAEY), tiene la atribución para decretar y administrar ANPs de carácter Estatal; incluyendo porciones terrestres o acuáticas, cuya administración queda a cargo del gobierno del Estado a través de la Dirección de Conservación de la Biodiversidad de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente.

Según los artículos 2 fracción II y 4 fracciones I, V y XIII de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán, se considera de utilidad pública, la conservación, protección y el manejo adecuado de los sistemas ecológicos.

Son facultades del Ejecutivo del Estado, a través de la Secretaría de Desarrollo urbano y Medio Ambiente, formular, conducir y evaluar la política ambiental y vigilar su aplicación en los planes y programas que se establezcan en la materia; establecer, regular, administrar y vigilar las áreas naturales protegidas; y aplicar los instrumentos de la política ambiental previstos en esta Ley, así como también preservar y restaurar el equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realice en bienes y zonas de jurisdicción estatal.

### **1.6 Perspectivas de desarrollo de los puntos anteriores.**

El estado de Yucatán está estratégicamente situado para el desarrollo industrial. Tiene un conveniente acceso con importantes ciudades de E.U. en el Golfo de México y es la ciudad industrial más cercana a la frontera sureste marítima de E.U.

La rica herencia Maya y la fuerte influencia familiar trabajan juntos para producir una mano de obra orgullosa, fácilmente entrenada y con fuerte ética del trabajo.

El estado está ligado a otros centros industriales importantes del país y por un canal de carreteras y vías férreas. A sólo 36 km. de Mérida, la capital del estado, el Puerto de Progreso permite el acceso a embarcaciones de más de 36 ft. de altura. Incluso barcos contenedores, pueden hacer uso de las facilidades del puerto. Una autopista de 8 carriles provee una directa transportación de materias primas y de mercancías acabadas desde el portuario.

El Aeropuerto Internacional de Mérida tiene un promedio semanal de 300 vuelos semanales a Houston, Miami, Atlanta, Milán, Toronto, México y Cancún. Moderno y capacitado para manejar sus necesidades en aviones 747 y 777.

### **Participación Social para la Conservación de los Recursos Naturales.**

Este programa tiene como eje rector el promover actividades alternativas sustentables para que los diversos grupos organizados, que se encuentran ubicados en zonas prioritarias, puedan desarrollar acciones de conservación, restauración y aprovechamiento de los recursos naturales. Con estas acciones se pueden generar tanto beneficios económicos para las familias, como beneficios ambientales por la conservación de los recursos, y fortalecer la cohesión social de las comunidades.

El compromiso de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente es asesorar a grupos organizados en la elaboración de proyectos, así como su seguimiento y gestión de financiamiento de diversas fuentes, con el fin de asegurar que las acciones realizadas ayuden a conservar los ecosistemas de la región.

Los objetivos de este programa son:

- Organizar grupos sociales dentro de las áreas prioritarias para la elaboración y ejecución de proyectos relacionados con la conservación, restauración y manejo de los recursos naturales.
- Generar proyectos innovadores que promueven la diversificación de actividades que vayan de acuerdo a la vocación regional de las áreas prioritarias.
- Educar sobre los beneficios de la conservación y manejo adecuado de los recursos naturales a los usuarios directos e indirectos.
- Brindar un seguimiento y evaluación de los proyectos sustentables promovidos por el Departamento.
- Crear espacios de intercambio de experiencias entre los grupos sociales que beneficien al buen funcionamiento de los proyectos.
- Establecer mecanismos de colaboración intersectorial y coordinar esfuerzos para el apoyo logístico, financiero y operativo de los proyectos de las áreas prioritarias.

### **Cultura Ecológica y de Educación Ambiental.**

Yucatán, siendo un mosaico cultural y de diversas condiciones ecológicas en el que las soluciones de la problemática ambiental dependen en gran medida de la participación activa y consciente de todos los sectores de la población, fundamenta la necesidad de realizar acciones de educación ambiental a través de un proceso continuo y permanente en todos los niveles y grados escolares del sistema educativo formal (Desarrollada curricularmente en las instituciones educativas) y no formal (Desarrollada extracurricularmente en las instituciones escolares); así como en el ámbito del sector productivo.

Por su fuente de recursos naturales Yucatán figura como candidata para albergar el primer laboratorio nacional de hidrógeno.

No obstante los logros alcanzados y el reconocimiento oficial de la Educación Ambiental en Yucatán, en los programas de gobierno ha predominado un enfoque muy parcial ya que se ha centrado principalmente en los aspectos naturalistas y con acciones en los centros escolares, contribuyendo relativamente a la resolución efectiva de los



problemas ambiente-desarrollo humano, dado su limitado alcance y su aún escasa contribución.

### **1.7 Desarrollo de las disciplinas actuales y emergentes en el entorno local, regional, nacional e internacional, relacionadas con los planes de estudio que ofrece el Instituto Tecnológico.**

La actualidad mundial con desarrollo y economía que día a día tiende más a la globalización, conlleva a que México se enfrente a una competencia más abierta y sin fronteras en todos sus aspectos.

El reporte The Science, Technology and Industry Outlook 2012 que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) dio a conocer y reporta que a nivel mundial México está en último lugar en la mayoría de los indicadores tomados en cuenta para medir el grado de avance de los sistemas de innovación.

México es último, en relación a su Producto Interno Bruto o a su población, entre otros, en: inversión del sector privado en investigación y desarrollo; publicaciones en revistas de prestigio, patentes registradas por empresas; universidades con prestigio en Ciencias; suscriptores de banda ancha y en internet inalámbrico; desempeño de los estudiantes en Ciencias; tasa de personas con doctorado en Ingeniería y Ciencias.

En marcas registradas, patentes de universidades y laboratorios públicos así como en coautoría internacional, México no figura al final de la lista, pero se sitúa aún por abajo del promedio de la OCDE. Es necesario redoblar los esfuerzos para elevar el lugar de México en el ranking mundial de innovación donde estamos en el número 79 siendo que somos la novena economía del mundo y el 53 según el Informe de Competitividad Global 2012-2013 del Foro Económico Mundial. Y si bien, por el número de patentes aún el país está por abajo del promedio de la OCDE, se encuentra en mejor posición que las naciones BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica).

La Cepal busca impulsar la protección intelectual pues ha detectado un área de oportunidad para Latinoamérica, por ejemplo, en la generación de los fármacos del futuro. Y es que, conforme la tendencia de la industria innovadora donde se encarece cada vez más la salida de nuevos medicamentos y no se logran sacar al ritmo en que están venciendo, en el futuro los esfuerzos se dirigirán hacia buscar centros de innovación en vez de centros de producción, y ahí es donde pueden entrar los países latinoamericanos.

Pero no todo le es adverso a México, ya que a consideración de la OCDE las políticas que se han emprendido en los últimos años para apoyar el desarrollo de tecnología crearán relaciones positivas entre la industria y los científicos.

A consideración del organismo, el cuello de botella para que México avance en innovación es la falta de recursos humanos. De ahí que hace un llamado para que continúen los esfuerzos por invertir en educación, mejorar la calidad de la misma, y desarrollar en niños y jóvenes aptitudes en Ciencias.

El reporte de la OCDE menciona que los campos en los que México empieza a destacar son los de nanotecnología, biotecnología y tecnologías verdes, en los que participan sobre todo universidades y laboratorios públicos. Actualmente, México invierte menos

de 40 centavos por cada \$100 pesos en la promoción del desarrollo científico y tecnológico. Desde hace tiempo, dicho organismo le ha enviado recomendaciones al país para crear una dependencia que sea capaz de integrar, articular y trascender el sistema de la ciencia y la tecnología.

El presidente electo de México, Enrique Peña Nieto presentó al Dr. Francisco Bolívar como coordinador del área en el equipo de transición del gobierno entrante en materia de innovación y tecnología. Se evalúa la creación para el siguiente sexenio de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación en México. La Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación ha sido tema recurrente en el sector durante los últimos años, para promover el desarrollo de la innovación tecnológica y la competitividad internacional de México, labor que hasta el momento desarrolla el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). El cambio provocaría que dicha estrategia fuera desarrollada obligatoriamente en el ámbito federal y estatal, como ocurre ya en Yucatán con el SIIDETEY y el Consejo de Ciencia Innovación y Tecnología del Estado de Yucatán (CONCYTEY).

La educación no escapa a este comportamiento, por lo tanto, requiere de estrategias con planes y programas pertinentes que permitan a los ciudadanos mexicanos fortalecerse para enfrentar tal modelo de desarrollo y crecimiento económico. En este sentido, el sistema educativo del cual forma parte el Instituto Tecnológico de Mérida, se preocupa por la actualización y modernización de los programas de su oferta educativa, en busca de la satisfacción de las necesidades actuales y futuras no solo del estado y del país sino más allá de éste.

El Instituto Tecnológico de Mérida y en este caso, la licenciatura de Ingeniería Bioquímica, de su Departamento de Ingeniería Química, Bioquímica y Ambiental; integrando los planes de desarrollo de los gobiernos estatal, nacional y las tendencias internacionales, plantea áreas de especialidad para la licenciatura de Ingeniería Bioquímica que dé como resultado profesionistas que con sentido humano sean capaces de participar activamente en la construcción de una vida social incluyente y respetuosa, dotados de las competencias necesarias para funcionar en una economía globalizada e interdependiente. La península de Yucatán se distingue por su industria de alimentos que transforma sus recursos ganaderos, marinos para el consumo de la región y de exportación y producción de autoconsumo de frutas y hortalizas y como el caso de la citricultura su extracción y concentración de los jugos para su exportación. Por otro lado la creación de la industria biotecnológica inicia desde la década de los ochentas con la formación de recursos humanos a través de posgrados de calidad de las principales Instituciones académicas del País como son la UNAM y el IPN, para fortalecer la industria agroquímica y farmacéutica de México. Trabajos de la Académica de Ingeniería Bioquímica utilizando encuestas entre los egresados y de la población actual de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Bioquímica en el Instituto Tecnológico de Mérida, indican una preferencia del 54% por la Especialidad en Biotecnología y de 21% por la Especialidad en Alimentos. Con la finalidad de vincular la educación y la Investigación Tecnológica con el sistema productivo y de bienes y servicios, la licenciatura de Ingeniería Bioquímica propone dos especialidades; una en Alimentos y

la otra en Biotecnología, integrando conocimientos, aptitudes y actitudes en el alumno que finalmente lo encaminen y coadyuven a convertirse en sujetos de su propio desarrollo, acorde con el mercado laboral cada vez más complejo, cambiante y diversificado.

El ingeniero bioquímico pretende aprovechar los recursos biológicos naturales para la elaboración de alimentos de todo tipo (lácteos, cárnicos, frutas y cereales), la fabricación de productos de fermentación como antibióticos, enzimas, vitaminas, aminoácidos, vinos, cervezas y tequila, o la elaboración industrial de sustancias biológicas muy variadas como colorantes, saborizantes, espesantes, hormonas, etc., que son de gran utilidad en la industria alimentaria, farmacéutica y biotecnológica.

### **1.8 Necesidades de competencias profesionales en el entorno.**

Las reuniones llevadas a cabo con empresarios que ocupan tanto a nuestros egresados como a nuestros estudiantes de la carrera de Ingeniería Bioquímica en la experiencia de las Residencias Profesionales han destacado que el nivel de conocimientos técnicos es de un buen nivel si se les compara con egresados de otras instituciones nacionales de educación superior. Sin embargo, hay planteamientos que nos sugieren un área de oportunidad en los aspectos relacionados con las actitudes y valores.

De entre las competencias que nos han sugerido fortalecer están:

Autogestión del aprendizaje.

Comunicación oral y escrita.

Comunicación oral y escrita en otro idioma.

Trabajo en equipo.

Espíritu emprendedor.

Liderazgo.

## 2. ESTUDIO DE LAS CAPACIDADES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO

### 2.1 Número de estudiantes del plan de estudios de la estructura genérica

En la tabla 8 se aprecia la matrícula histórica del ITM del 2007–2012. En este periodo se registra un incremento promedio del 3.97 % del total de la matrícula.

Tabla 8. Matrícula del instituto y su incremento anual (2007-2012) Nota: Datos del semestre Ago-Dic de cada año.

Programa	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Programas Presenciales						
Ing. Sistemas Computacionales	769	799	802	824	813	779
Ingeniería Industrial	536	544	558	568	534	550
Ingeniería Química	217	224	233	236	228	209
<b>Ingeniería Bioquímica</b>	<b>249</b>	<b>248</b>	<b>283</b>	<b>243</b>	<b>246</b>	<b>237</b>
Ingeniería Mecánica	422	476	535	559	544	546
Ingeniería Electrónica	289	279	328	355	357	379
Ingeniería Civil	473	529	587	646	727	744
Ingeniería Eléctrica	187	226	240	245	286	292
Lic. en Administración	1221	1137	926	814	736	660
Ing. en Gestión Empresarial	0	118	366	498	624	639
Ingeniería Ambiental	0	32	83	132	197	202
Ingeniería Biomédica	0	0	0	0	82	132
Programas no Presenciales						
Lic. en Admón. (Abierta).	110	80	59	31	32	81
Lic. en Admón. (Distancia).	41	79	101	137	99	27
<b>Total</b>	<b>4514</b>	<b>4763</b>	<b>5101</b>	<b>5288</b>	<b>5505</b>	<b>5477</b>

En el año de 2012, la carrera de Ingeniería Bioquímica registró una matrícula de 237 alumnos, que representó el 4.41% del total de la licenciatura escolarizada (5369).

Tabla 9: Composición porcentual de la matrícula del Instituto por carreras Fuente: Instituto Tecnológico de Mérida. Indicadores básicos del semestre 1º del 2012.

Programa	2012
Ing. Sistemas Computacionales	779
Ingeniería Industrial	550
Ingeniería Química	209
<b>Ingeniería Bioquímica</b>	<b>237</b>
Ingeniería Mecánica	546
Ingeniería Electrónica	379
Ingeniería Civil.	744
Ingeniería Eléctrica	292
Lic. en Administración	660
Ing. en Gestión Empresarial.	639
Ingeniería Ambiental	202
Ingeniería Biomédica	132

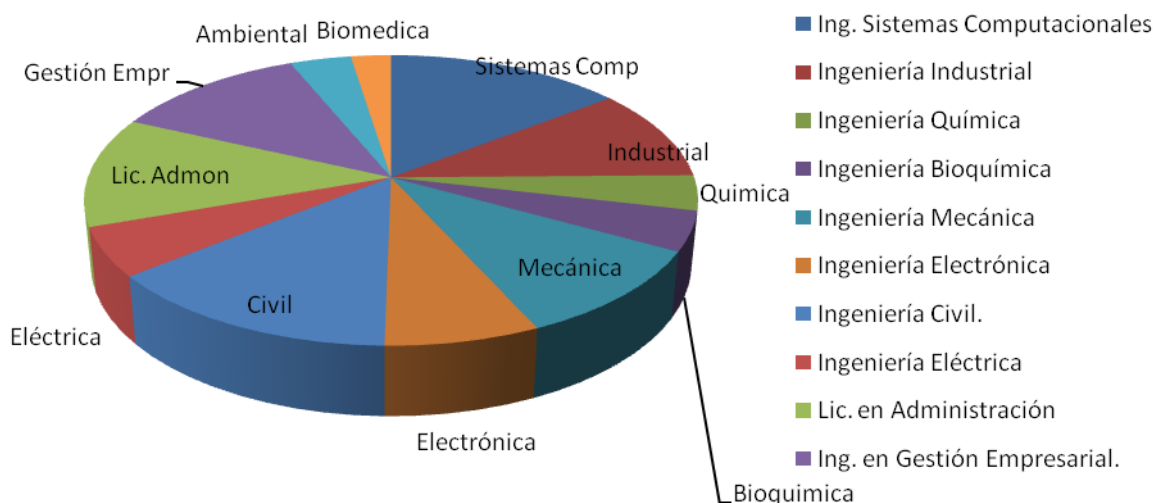


Figura 1. Composición de la matrícula de licenciatura

## 2.2 Índices de reprobación y deserción.

El seguimiento del aprovechamiento de los alumnos de la carrera de Ingeniería Bioquímica durante el período de Enero de 2008 a Enero de 2011, arrojó que el mayor índice de reprobación está en las asignaturas de las ciencias básicas en las áreas de Matemáticas, Física, Biología y Química, siendo las asignaturas de química las de mayor contribución en los índices de reprobación con un 36.7% y las asignaturas de biología la de mayor índice de deserción contribuyendo con un 5.6%, por otro lado las asignaturas de las áreas de biología son las de menor índice de reprobación con 11.3% y las del área de física sin deserción. El área fuerte de la ingeniería como es la de matemáticas, contribuye 23.7% de reprobación y de 0.5% de deserción, esto es posible a través del programa de Tutorías y Asesorías que los alumnos llevan desde su ingreso al Instituto Tecnológico de Mérida.

Tabla 12. Promedios de los índices de reprobación y deserción del 2008 a 2010 de la carrera de Ingeniería Bioquímica.

Índice	Reprobación	Deserción
Ciencias-básicas	28.1%	1.4%
Ciencias-ingeniería	23.9%	5.9%
Ingeniería-aplicada	17.1%	0.8%
Humanidades-social	6.4%	0.9%
<b>Total</b>	<b>18.4%</b>	<b>0.5%</b>

### 2.3 Condiciones Socioeconómicas y expectativas de formación y de trabajo de los estudiantes.

Las condiciones socioeconómicas del entorno así como las expectativas de formación de los estudiantes son aspectos importantes para conocer la oportunidad de trabajo y desarrollo profesional de los egresados. En base de esto se realizaron encuestas a diferentes estratos de la sociedad, escogiendo a los Empleadores, Egresados y Alumnos para determinar las necesidades en la región y la pertinencia de las especialidades a ofertar.

El resultado de la aplicación y análisis de las encuestas aplicadas a 54 alumnos de la carrera de Ingeniería Bioquímica, elegidos al azar en los laboratorios y pasillos de la institución, se observa en la Figura 2, la cual muestra que la preferencia de la especialidad en biotecnología es del 54%.

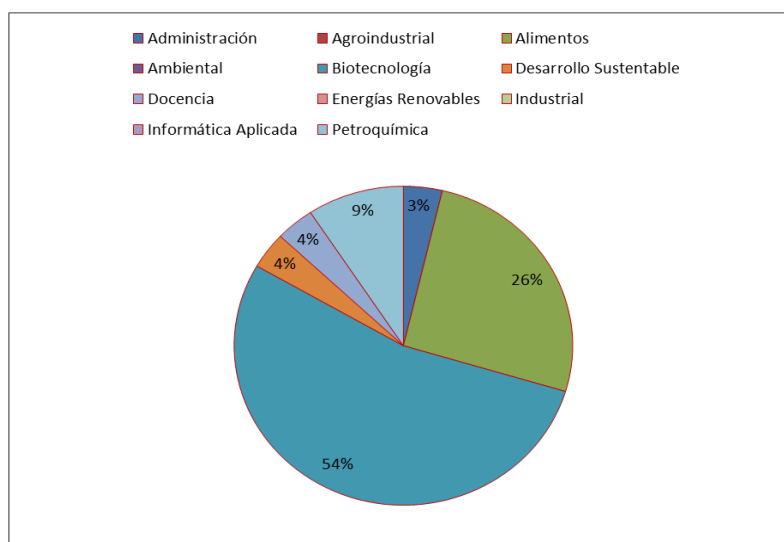


Figura 2. Preferencia de la Especialidad por los alumnos de la carrera de Ingeniería Bioquímica.

Las encuestas realizadas por egresados de la carrera de Ingeniería Bioquímica sobre las oportunidades de trabajo, muestran en la Figura 3, que el 22% de las actividades profesionales son realizadas en el área de biotecnología principalmente a través de estudios de posgrado en centros de investigación científica instalados en la región.

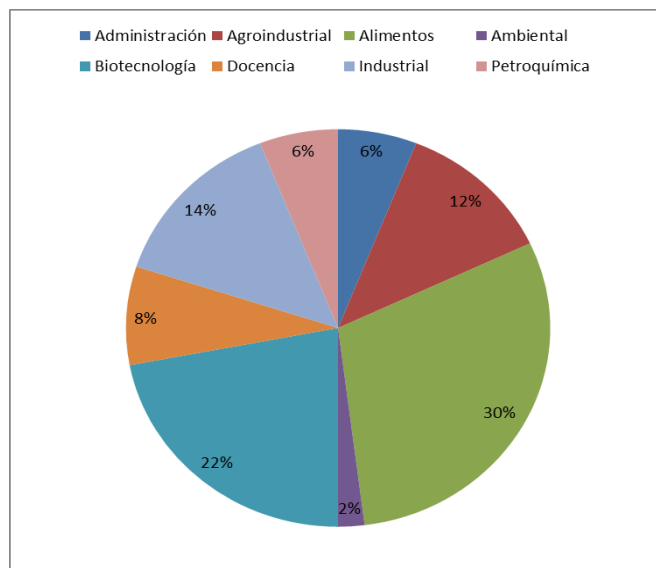


Figura 3. Actividades profesionales de los egresados de la carrera de Ingeniería Bioquímica.

Por otro lado encuestas levantadas a las empresas a través de sus empleadores, dejan ver que el 6% de la actividad económica es del sector educativo los cuales a través de los centros de investigación de las Universidades Nacionales y las Universidades Regionales y Locales tienen un mercado en el área de la biotecnología, las cuales reciben Alumnos y Egresados de la carrera de Ingeniería Bioquímica como residentes y posteriormente algunos son becarios en sus diferentes posgrados y posteriormente son contratados para formar sus cuadros de investigadores y profesores de máximo nivel. (Anexo de archivos de encuestas de empleadores, egresados y alumnos)

#### 2.4 Personal Académico

El Departamento de Ingeniería Química-Bioquímica cuenta con un personal con nivel académico con la siguiente distribución:

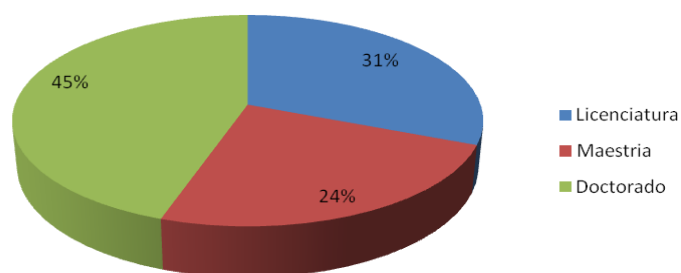


Figura 4. Nivel académico del personal de la Carrera de Ingeniería Bioquímica.

Se anexan los resúmenes curriculares en formato digital de cada uno de los profesores de que participan en las especialidades correspondientes (Ver carpeta de currículos Vitae).

## 2.5 Personal Técnico Administrativo.

Los laboratorios y las actividades académicas del Departamento de Ingeniería Química-Bioquímica cuentan con personal Técnico y de apoyo administrativo bajo el siguiente organigrama:

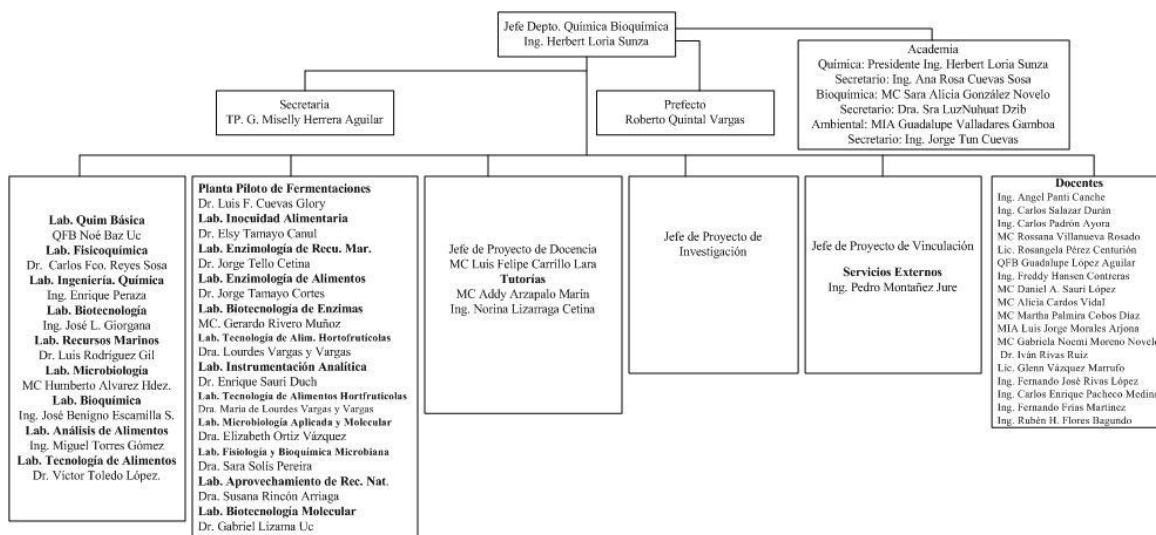


Figura 5. Organigrama del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica.

## 2.6 Infraestructura de Laboratorios.

La tabla 10 muestra la infraestructura del departamento de Ingeniería Química - Bioquímica para atender principalmente al programa de Ingeniería Bioquímica. Para visualizar la infraestructura disponible de la Institución ver el anexo de infraestructura del ITM-2012.

Tabla 10. Distribución de Laboratorios de la Carrera de Ingeniería Bioquímica

Nombre Del Laboratorio	Responsable
Microbiología	Biol. José Humberto Álvarez Hernández
Bioquímica	Ing. José Benigno Escamilla Sánchez
Análisis De Alimentos	Ing. Miguel Ángel Torres Gómez
Físicoquímica	Dr. Carlos Francisco Reyes Sosa
Química Básica	QF. Noé Baas Uc
Ingeniería Química	M.C. Enrique Eduardo Peraza González
Tecnología de Alimentos	Dr. Víctor Manuel Toledo López
Biotecnología	Ing. José Luis Giorgana Figueroa
Recursos Marinos	Dr. Luis Alfonso Rodríguez Gil



### 3. CONTENIDOS ACTUALES Y PERTINENTES

En base a la necesidad que exige el sector productivo se contemplan los siguientes contenidos:

**1.- Biología Molecular (IBF-1206).** Esta asignatura aporta al perfil profesional del Ingeniero Bioquímico, el conocimiento de las bases de la biología molecular (organización del material genético, mecanismos mediante los cuales las células modulan la síntesis de proteínas, así como las bases mutacionales y de recombinación genética y la tecnología de ADN recombinante), necesarios para diseñar y seleccionar estrategias de estudio en sistemas biológicos, para adaptar, controlar y mejorar genéticamente células productoras de metabolitos de interés industrial o biomédico). De esta manera conocerán las tecnologías emergentes relacionadas con el campo de acción del Ingeniero Bioquímico que le permitan tener una visión amplia sobre el manejo de técnicas moleculares en proyectos de investigación científica y tecnológica en su campo de trabajo.

**2. Biotecnología Enzimática (IBF-1207).** Es asignatura permitirá al futuro ingeniero bioquímico tener conocimiento de las áreas industriales en las que se hace uso de enzimas para la producción de bienes y servicios. En la misma el alumno podrá hacer uso integrado de los conocimientos adquiridos, a lo largo de sus estudios, en la conceptualización, diseño, implementación y puesta en marcha de procesos catalizados por enzimas a través del análisis de casos reportados en la literatura científica y patentes que protegen procesos enzimáticos.

**3. Biotecnología de Fermentaciones (IBD-1208).** Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Bioquímico con especialidad en Biotecnología la capacidad de integrar los conocimientos básicos que fundamentan la biotecnología con la finalidad de que tenga la posibilidad de ampliar su campo de trabajo al aplicarlos en la industria Biotecnológica. La asignatura permitirá al estudiante adquirir los conocimientos, habilidades y destrezas para el diseño de procesos de producción de células y metabolitos de origen microbiano, por medio de la comprensión y aplicación de técnicas y procedimientos biotecnológicos, aplicando criterios de sustentabilidad.

La asignatura Biotecnología de Fermentaciones, provee las herramientas necesarias para el uso y control de células, indispensable para el diseño de equipos, procesos y aplicación de nuevas tecnologías, en la mejora continua de programas en el ámbito de las Ingenierías en Industrias Bioquímica, Alimentaria, Ambiental y Biotecnológicas, entre otras.

**4. Biotecnología vegetal (IBD-1209).** La asignatura permitirá al estudiante adquirir los conocimientos, habilidades y destrezas para el diseño de procesos de producción de metabolitos y material vegetal, por medio de la comprensión y aplicación de técnicas y procedimientos biotecnológicos, que contribuyen al uso sustentable de células, tejidos, órganos e individuos vegetales.

La asignatura Biotecnología Vegetal, provee las herramientas necesarias para el uso y control de células, tejidos, órganos e individuos vegetales in vitro, indispensable para el diseño de equipos, procesos y aplicación de nuevas tecnologías, en la mejora continua

de programas en el ámbito de las Ingenierías en Industrias Bioquímica, Alimentaria y Ambiental, entre otras.

**5. Biotecnología de Recursos Marinos (IBF-1210).** Esta asignatura está orientada al conocimiento para el aprovechamiento inteligente, sustentable y respetuoso de la diversidad biológica y química así como del reservorio genético-molecular de los organismos y del ambiente marino. Sistemas de cultivo a través de la acuicultura de las principales especies que se cultivan en México, en particular el camarón, se puede impulsar mediante el mejoramiento de la reproducción y las tasas de crecimiento. Asimismo, es necesario incrementar la eficiencia de conversión de alimentos y desarrollar especies resistentes a enfermedades y la adaptación de los organismos a condiciones ambientales adversas. Finalmente estos procesos de producción deben buscar el desarrollo de una industria compatible con el medio ambiente. El estudio de las Macromoléculas y Metabolitos, está relacionado con la identificación y el estudio de sustancias naturales marinas como base de nuevos productos útiles a la sociedad en diferentes sectores tales como el farmacéutico, alimentario, cosmético en otros. Para desarrollar esta área es necesario utilizar los mecanismos genéticos, nutricionales y medio-ambientales que influyen la producción de estos productos de interés comercial. La gran riqueza biológica de los sistemas acuáticos de nuestro país caracteriza a esta área estratégica con un alto potencial para su aprovechamiento. Los Procesos biotecnológicos, ayudan a resolver el problema de la contaminación de los sistemas marinos que es cada vez mayor y amenaza seriamente el equilibrio de estos ecosistemas. La biotecnología marina tiene un gran potencial para la solución de problemas de contaminación de los mares y lagos por actividades antropogénicas. El desarrollo de técnicas de biorremediación sustentadas en microorganismos y vegetales para la conservación y limpieza de áreas sujetas a contaminación tiene un futuro promisorio por su eficiencia y compatibilidad con los ecosistemas acuáticos.

Acorde al nuevo modelo educativo que se basa en el aprendizaje significativo, la evaluación de los alumnos es un proceso dinámico, a lo largo del curso se debe tomar en cuenta los conocimientos, las habilidades y las actitudes del alumno, utilizando diversas herramientas como trabajo en equipo, exposiciones, proyectos, ejercicios, ensayos, investigaciones, exámenes, etc.

Durante el proceso de formación del estudiante, se le hace conciencia de la problemática de la contaminación ambiental, sus causas y consecuencias, se promueve una nueva cultura ambiental que contribuya a su preservación estableciendo mejores condiciones de vida.

Se programan visitas y conferencias relativas al uso eficiente de los recursos naturales, así como los problemas de contaminación ambiental que se tiene en la región y el país.

Acorde al nuevo modelo educativo que se basa en el aprendizaje significativo, la evaluación de los alumnos es un proceso dinámico, a lo largo del curso se debe tomar en cuenta los conocimientos, las habilidades y las actitudes del alumno, utilizando diversas

herramientas como trabajo en equipo, exposiciones, proyectos, ejercicios, ensayos, investigaciones, exámenes, etc.

Asimismo, se atienden las recomendaciones hechas por el Comité evaluador de los Comités Interinstitucionales de Evaluación de la Educación Superior (CIEES) para cumplir con las normas que pide el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI).

### **3.1 ELABORACIÓN DEL PERFIL DE LA ESPECIALIDAD.**

#### **3.1.1 Antecedentes.**

El departamento de Ing. Química y Bioquímica, está conformado por las carreras de Ing. Química, Bioquímica y Ambiental, mismas que fueron diseñadas para responder a las demandas de la sociedad, con el fin de formar recursos humanos de alta calidad, para promover el desarrollo tecnológico e industrial de la región.

Por orden cronológico, la primera carrera en iniciar actividades es la de Ing. Química en 1964, tres años después de la fundación del Instituto Tecnológico de Mérida; la segunda fue la carrera de Ing. Bioquímica en 1976, que fue cuando el Tecnológico cumplió 15 años de existencia y la última y más joven es la de Ing. Ambiental que inició en 2008.

En la década de los 80's, inicia operaciones el Centro Regional de Estudios de Graduados e Investigación Tecnológica (CREGIT), que posteriormente se llamó Centro de Graduados y en la actualidad recibe el nombre de División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPI) que ofrece los programas de maestría y doctorado en Ciencia de los Alimentos y Biotecnología, en donde nuestros alumnos se integran a la investigación realizando servicio social, residencia profesional o tesis y son motivados a continuar su formación profesional a través de estudios de posgrado para obtener el grado de maestro o doctor en ciencias.

El programa de estudios de la carrera de Ingeniería Bioquímica está estructurado de tal manera que ofrece al alumno la alternativa de seleccionar una de dos especialidades, que vaya de acuerdo a sus convicciones, ambas especialidades, están diseñadas con la finalidad de estar a la vanguardia de los adelantos tecnológicos en esta área y las demandas de la sociedad en la que los profesionistas se han de desenvolver, contribuyendo a formarlo con conocimientos teóricos y prácticos fundamentales, sin olvidar la necesidad de promover en el estudiante un sólido compromiso con el desarrollo integral, de correcto beneficio para la sociedad y el medio ambiente.

#### **3.1.2 Objetivo de la carrera de Ingeniería Bioquímica.**

Formar profesionales íntegros de la ingeniería bioquímica competentes para trabajar en equipos interdisciplinarios, que con sentido ético, crítico, creativo, emprendedor y actitud de liderazgo diseñe, controle, simule y optimice equipos, procesos y tecnologías sustentables que utilicen recursos bióticos y sus derivados, para la producción de bienes y servicios que contribuyan a elevar el nivel de vida de la sociedad.

### **3.1.3 Perfil profesional.**

Trabajar en equipos multidisciplinarios y multiculturales con liderazgo, sentido crítico, disposición al cambio y comprometido con la calidad.

Diseñar, seleccionar, adaptar y escalar equipos y procesos en los que se aprovechen de manera sustentable los recursos bióticos.

Identificar, prevenir, controlar y dar solución a problemas de alta dirección dentro de la práctica de la ingeniería bioquímica.

Identificar y aplicar tecnologías emergentes relacionadas con el campo de acción del Ingeniero Bioquímico.

Participar en el diseño y aplicación de normas y programas de gestión y aseguramiento de la calidad, en empresas e instituciones del ámbito de la Ingeniería Bioquímica.

Formular y evaluar proyectos de Ingeniería Bioquímica con criterios de sustentabilidad.

Realizar investigación científica y tecnológica en el campo de la Ingeniería Bioquímica y difundir sus resultados.

Crear, implementar y administrar con sustentabilidad, empresas de productos y servicios del ámbito de la Ingeniería Bioquímica

### **3.1.4 Campo de trabajo del Ingeniero Bioquímico.**

Puede integrarse a empresas públicas o privadas, laboratorios de investigación, industrias extractivas, de transformación y de procesos. El egresado de Ingeniería Bioquímica tiene la capacidad para iniciar él mismo su propia empresa, auto empleándose y generando nuevas fuentes de empleo, en espacios de investigación y en la concepción de productos, bienes y servicios relacionados con la Bioquímica, los Alimentos y la Biotecnología

## **3.2 Definición de la Especialidad de la carrera de Ingeniería Bioquímica.**

### **3.2.1 Objetivo de la Especialidad de Biotecnología.**

Preparar al Ingeniero Bioquímico en el área de biotecnología, para desarrollar procesos y productos de la industria farmacéutica, agrícola, médica, medio ambiente y alimentos, en los que intervienen organismos vivos, o partes de los mismos, para obtener o modificar productos, mejorar plantas o animales o desarrollar microorganismos para objetivos específicos y obtener nuevas tecnologías sostenibles, hacer uso de las aplicaciones de la biotecnología a la solución y a la previsión de problemas empleando estrategias y tecnologías innovadoras, capaz de realizar investigación aplicada en la industria biotecnológica, con sentido ético, con respeto el medio ambiente

### **3.2.2 Perfil de la Especialidad.**

- El Ingeniero Bioquímico con Especialidad en Biotecnología aplica los principios de la ingeniería de los procesos y las técnicas en el ámbito de la biotecnología, capaz de diseñar, instalar, operar y controlar industrias biotecnológicas, manejar y establecer sistemas de aseguramiento de calidad en la industria biotecnológica y

utiliza técnicas modernas de conservación, almacenamiento y transporte de productos biotecnológicos.

- Desarrolla y adopta nuevas tecnologías para el procesamiento de productos biotecnológicos y formula nuevos productos y servicios con sentido humano, respetando el medio ambiente y con criterios de sustentabilidad.
- Realiza investigación científica, su aplicación y el desarrollo tecnológico en las áreas de la biotecnología.

### 3.2.3 Aportación al perfil del egresado.

- Aplicar principios de la ingeniería de los procesos y la tecnología a la industria biotecnológica.
- Aplicar técnicas modernas de conservación, almacenamiento y transporte de productos biotecnológicos.
- Planear, organizar y administrar empresas de la industria biotecnológica con apego a las normas y programas de aseguramiento de la calidad.
- Desarrolla procesos tecnológicos para la conservación de productos biotecnológicos.
- Participar en proyectos multidisciplinarios para diseñar, construir y operar empresas biotecnológicas.
- Asesora y administrar empresas relacionadas con el sector biotecnológico.
- Planificar y participar en proyectos de investigación relacionados en las áreas de la biotecnología.
- Adicionalmente tendrá capacidad para realizar estudios de postgrado y para crear su propia empresa.

## 3.3 PROGRAMAS DE ESTUDIO DE LA ESPECIALIDAD.

### 3.3.1 Asignaturas de la Especialidad en Biotecnología Aplicada

La Especialidad de Biotecnología Aplicada tendrá como clave **IBQE-BA-2012-02** y se proponen las siguientes asignaturas para completar los 260 créditos de la carrera:

- Biología Molecular IBF-1206
- Biotecnología Enzimática IBF-1207
- Biotecnología de Fermentaciones IBD-1208
- Biotecnología Vegetal IBD-1209
- Biotecnología de Recursos Marinos IBF-1210

La distribución de las horas teóricas (HT), horas prácticas (HP) y créditos (CR) se muestran en la siguiente tabla:

No	Clave	Asignatura	HT	HP	Créditos
1	IBF-1206	Biología Molecular	3	2	5
2	IBF-1207	Biotecnología Enzimática	3	2	5
3	IBD-1208	Biotecnología de Fermentaciones	2	3	5
4	IBD-1209	Biotecnología Vegetal	2	3	5
5	IBF-1210	Biotecnología de Recursos Marinos	3	2	5
<b>TOTAL DE CREDITOS SATCA</b>					<b>25</b>

### 3.4 PROGRAMAS DE ESTUDIO DESARROLLADOS POR UNIDADES DE APRENDIZAJE.

#### 3.4.1.- BIOLOGIA MOLECULAR IBF-1206

##### 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	<b>Biología molecular</b>
Carrera:	<b>Ingeniería Bioquímica</b>
Clave de la carrera:	<b>IBQA-2010-207</b>
SATCA:	<b>3-2-5</b>

##### 2.- PRESENTACION

###### **Caracterización de la asignatura**

Esta asignatura aporta al perfil profesional del Ingeniero Bioquímico, el conocimiento de las bases de la biología molecular (organización del material genético, mecanismos mediante los cuales las células modulan la síntesis de proteínas, así como las bases mutacionales y de recombinación genética y la tecnología de ADN recombinante), necesarios para diseñar y seleccionar estrategias de estudio en sistemas biológicos, para adaptar, controlar y mejorar genéticamente células productoras de metabolitos de interés industrial o biomédico). De esta manera conocerán las tecnologías emergentes relacionadas con el campo de acción del Ingeniero Bioquímico que le permitan tener una visión amplia sobre el manejo de técnicas moleculares en proyectos de investigación científica y tecnológica en su campo de trabajo.

Se contempla dentro del programa de la asignatura, integrar los contenidos de los procesos moleculares de la síntesis de proteínas y su regulación en células procariontas y eucariotas tanto desde el punto de vista estructural, como funcional, que permitan desarrollar el quehacer profesional del Ingeniero Bioquímico en el área de estudios a nivel bioquímico y molecular. De manera adicional se incluyen en el programa los vehículos de clonación, las enzimas de restricción y las estrategias de clonación y selección de células recombinantes. Esta asignatura tiene campo de aplicación en el área de biotecnología molecular para la manipulación genética de células vegetales, animales, humanas y microorganismos.

Dado que la materia está directamente vinculada con desempeños profesionales especializados; se inserta al final de la trayectoria escolar; después de la química, bioquímica, microbiología y biología celular, ya que para el abordaje de esta materia el estudiante debe contar con conocimientos de enlaces químicos, proteínas, carbohidratos, ácidos nucleicos y síntesis de proteínas para poder trasladarlos a la comprensión y el análisis de las funciones biológicas, así como conocer y relacionar el funcionamiento molecular con el comportamiento de la célula.

###### **Intención didáctica**

Los contenidos se abordarán mediante la presentación de clases expositivas-interrogativas en donde se fomenta la participación activa de los estudiantes. Mediante tareas individuales y grupales se crean sesiones de discusión para expresar temas que relacionan aspectos teóricos con la aplicación práctica. Adicionalmente se induce la investigación sobre temas de diversas fuentes proporcionando ejemplos de éxito en la biotecnología moderna en México y el mundo.

Esta dinámica de estudio el alumno adquiere la capacidad de construir de manera creativa el conocimiento sobre la biología molecular, lo que permite el desempeño eficiente del alumno.

La participación del maestro es fundamental como guía de los estudiantes para cumplir el objetivo central de la materia y alcanzar las competencias genéricas y específicas.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas	Competencias genéricas:
Conocer la función molecular de la célula a nivel de la expresión genética, analizando los fenómenos que relacionan la estructura química del genoma y la función de los sistemas biológicos, con el fin de tener bases para del estudio integral de los sistemas biológicos para su aplicación en el área de la Ingeniería Bioquímica.	<p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis, síntesis y abstracción</li> <li>• Capacidad de comunicación oral y escrita</li> </ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de trabajo en equipo</li> <li>• Fomentar actividades que propicien el intercambio de ideas y la interacción de la información entre estudiantes</li> </ul>

### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de Elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Mérida, Septiembre del 2012	José Luis Giorgana Figueroa Sara Luz Nahuat Dzib Carlos F. Reyes Sosa Gerardo Rivera Muñoz Luis A Rodríguez Gil Sara Elena Solís Pereira	Definición de los programas de estudio de los módulos de especialidad de la carrera de Ingeniería Bioquímica

### 5.- OBJETIVO GENERAL(ES) DEL CURSO

Que el alumno sea capaz de describir la estructura, características y función del genoma y obtenga los conocimientos fundamentales y metodológicos de la tecnología de ADN recombinante para aplicar, analizar y discutir información de frontera en el área de la biotecnología molecular.

### 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

Grupos químicos, enlaces químicos, bioquímica: estructura de proteínas, enzimas mecanismos de acción y regulación. Espectrofotometría, potenciometría, cromatografía y electroforesis

### 7. TEMARIOS

Unidad	Temas	Subtemas
1	Expresión del material genético	1.1 Unidad transcripcional 1.2 Transcripción en Procariotas 1.3 Transcripción en Eucariotas 1.4 Traducción Procariotas 1.5 Traducción Eucariotas 1.6 Modificaciones postranscripcionales de RNAm, RNAr y RNAt 1.7 Modificaciones postraduccionales

2	Regulación de la Expresión genética	2.1 Regulación en procariontes 2.1.1. Inducción procariontes 2.1.2 Represión procariontes 2.2 Regulación en eucariotes 2.2.1 Sitios de regulación 2.2.2 Proteínas transcripcionales 2.2.3 Amplificadores, silenciadores 2.2.4 Transposones
3	Mutación y Recombinación	3.1 Mutágenos 3.1.1 Mecanismos de acción 3.1.2 Mutaciones 3.1.3 Tipos de Mutantes 3.1.4 Selección 3.1.5 Mecanismos de Reversión 3.2 Recombinación genética 3.2.1 Recombinación homóloga y heteróloga 3.2.2 Métodos de transformación 3.2.2.1 Conjugación 3.2.2.2 Transformación 3.2.2.3 Transducción 3.2.3 Pruebas de complementación
4	Introducción a la tecnología de ADN recombinante	4.1 Recombinación <i>in vitro</i> del ADN 4.1.1 Enzimas de restricción 4.1.3 Vehículos de clonación 4.1.3.1 Plásmidos 4.1.3.2 Virus 4.1.3.3 Vehículos de expresión 4.1.4 Clonación fragmentos de ADN 4.1.5 Estrategias de selección 4.1.2 Métodos PCR, northern, southern, western, secuenciación 4.2 Bibliotecas genómicas 4.3 Usos de la biotecnología molecular 4.3.1 Vegetales 4.3.2 Alimentos 4.3.3. Medicina 4.3.4. Microorganismos

### 8. SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

- Fomentar la participación activa de los estudiantes ( capacidad de análisis, síntesis y abstracción, capacidad de comunicación oral y escrita)
- Participación en tareas grupales (capacidad de trabajo en equipo)
- Crear sesiones de discusión para expresar opiniones sobre los temas (Capacidad de análisis y reflexión)
- Inducir la investigación sobre el tema de diversas fuentes
- Proporcionar ejemplos de éxito de la biotecnología moderna en México y el mundo
- Fomentar su participación en congresos y cursos
- Solicitar visitas a laboratorios donde se realicen estudios moleculares



- Relacionar aspectos teóricos con situaciones que se presentan en la naturaleza y en los organismos vivos

## 9. SUGERENCIA DE EVALUACIÓN

- Participación individual y en equipo
- Exposiciones
- Exámenes escritos
- Planteamiento y solución de problemas
- Reporte de investigaciones

## 10. UNIDAD DE APRENDIZAJE

### UNIDAD 1 (Expresión del material genético)

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
Comprender y aplicar los contenidos conceptuales sobre la transcripción y traducción de la síntesis de proteínas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responderá cuestionarios y participará en las actividades de discusión y análisis de información obtenida</li> <li>• Establecerá la diferencia entre los eventos de la síntesis de proteínas en procariotas y eucariotas</li> <li>• Realizarán presentaciones power point sobre el papel de las modificaciones postraduccionales</li> <li>• Elaborará y explicará una maqueta que represente la diferencia entre la represión y la represión por catabolito</li> </ul>

### UNIDAD 2 (Regulación de la expresión genética)

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
Describir la estructura y la organización de los genes y sus secuencias reguladoras para relacionar las señales moleculares de procariotas y eucariotas que afectan los niveles de expresión de los genes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborará un glosario y explicará cada término</li> <li>• Responderá cuestionarios sobre los operones procariotas y participará en las actividades de discusión y análisis de la información obtenida</li> <li>• Construirá una tabla comparativa de los aspectos más relevantes de la regulación genética en procariotas y eucariotas.</li> <li>• Realizará una presentación grupal sobre investigaciones de la epigenética y el splicing alternativo</li> </ul>

### UNIDAD 3 (Mutación y recombinación)

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
Explicará las bases moleculares que dan lugar a la variación o modificación de las	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar un mapa conceptual donde se expliquen los tipos de mutación.</li> </ul>

características genotípicas y fenotípicas de los organismos vivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comentar en el grupo acerca de los ejemplos de métodos de selección de mutantes</li> <li>• Resolver un cuestionario referente a una lectura sobre mutación y recombinación</li> <li>• Sintetizar los procesos de recombinación homóloga y heteróloga.</li> <li>• Realizar una consulta documental y presentar en ejemplos de estrategias para inducir la recombinación</li> </ul>
---	--

#### UNIDAD 4 (introducción a la ingeniería genética)

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
Representar, relacionar y aplicar los conceptos básicos de la biología molecular en los métodos moleculares y la manipulación de genes, brindando un panorama integrador de los procesos moleculares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y establecer diferencia entre los vehículos moleculares y las enzimas de restricción</li> <li>• Comentarán en grupo los métodos moleculares PCR, southern, northern, western, secuenciación</li> <li>• Investigarán y realizarán una presentación power point en equipo sobre un área de la biotecnología molecular (alimentos, médica, industrial, vegetal etc.)</li> </ul>

#### 11. FUENTE DE INFORMACION

- De la Biología Molecular a la Biotecnología. Paulina Balbás. Editorial Trillas , 2002
- Lewin. Genes .Fundamentos. J.E. Krebs, E.S. Goldstein, S.T. Kilpatrick. 2ª. Ed. Editorial Panamericana, 2012.
- Fundamentos de Genética. Benjamín Pierce. Ed. Panamericana. 2011
- Genética. Conceptos esenciales. C.B. Jiménez, F.J. Espino. Ed. Panamericana. 2013.

#### 12. PRACTICAS PROPUESTAS

- Extracción de ADN
- Cruzas genéticas de organismos eucariotas
- Amplificación de ADN por la reacción en cadena de la ADN polimerasa (PCR)

### 3.4.2.- BIOTECNOLOGIA ENZIMATICA

#### 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA IBF-1207

Nombre de la asignatura:	<b>Biología Enzimática</b>
Carrera:	<b>Ingeniería Bioquímica</b>
Clave de la carrera:	<b>IBQA-2010-207</b>
SATCA:	<b>3-2-5</b>

#### 2.- PRESENTACION

##### **Caracterización de la asignatura**

Es asignatura permitirá al futuro ingeniero bioquímico tener conocimiento de las áreas industriales en las que se hace uso de enzimas para la producción de bienes y servicios.

En la misma el alumno podrá hacer uso integrado de los conocimientos adquiridos, a lo largo de sus estudios, en la conceptualización, diseño, implementación y puesta en marcha de procesos catalizados por enzimas.

Esto se logrará mediante el análisis de casos reportados en la literatura científica y patentes que protegen procesos enzimáticos

Esta asignatura se relaciona con las materias y temas señalados a continuación, y con que competencias específicas:

Bioquímica I específicamente con los temas Estructura y química de proteínas, Enzimas y coenzimas

Bioquímica II específicamente con los temas Traducción de la información genética y Biosíntesis de proteínas.

Cinética Química y Biológica Cinética enzimática específicamente con la unidad 3 del programa cinética química

##### **Intención didáctica**

En todas las unidades el alumno deberá dar lectura de fondo a artículos científicos o patentes y discutir su contenido ante el grupo en pleno bajo la coordinación y asesoría del profesor, si es necesario el alumno deberá cubrir las deficiencias que tenga en competencias que debió adquirir en asignaturas previas al curso.

#### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<b>Competencias específicas</b>	<b>Competencias genéricas:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Conocimientos en el área de biotecnología enzimática.</li><li>• Capacidad para diseñar y poner en marcha procesos enzimáticos.</li><li>• Conocimiento acerca de los sectores industriales en los que se hace uso de enzimas.</li></ul>	<p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad para obtener información de bases de datos de artículos científicos, patentes y normas.</li><li>• Comprensión, organización y manejo de ideas, métodos analíticos e instrumentales.</li><li>• Comprensión de textos científicos</li></ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad para aplicar conocimientos y resolver problemas mediante el uso de enzimas en el sector industrial.</li><li>• Aplicación de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales en el diseño, montaje y</li></ul>

	puesta en marcha de procesos enzimáticos a nivel industrial.
--	--

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de Elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Mérida, Septiembre del 2012	José Luis Giorgana Figueroa Sara Luz Nahuat Dzib Carlos F. Reyes Sosa Gerardo Rivera Muñoz Luis A Rodríguez Gil Sara Elena Solís Pereira	Definición de los programas de estudio de los módulos de especialidad de la carrera de Ingeniería Bioquímica

#### 5.- OBJETIVO GENERAL(ES) DEL CURSO

Que el alumno adquiera los conocimientos requeridos para describir y analizar los procesos de obtención y aplicaciones biotecnológicas de las enzimas en los diferentes sectores industriales

#### 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- El alumno deberá tener un conocimiento sólido de la estructura y química de las proteínas.
- El alumno deberá tener la capacidad de realizar la caracterización cinética de preparaciones enzimáticas para poder establecer las condiciones de uso de las mismas en el desarrollo de procesos de catálisis enzimática.
- El alumno deberá tener un conocimiento sólido de química analítica para poder evaluar el trabajo de preparaciones enzimáticas.
- El alumno deberá poder preparar de manera eficiente soluciones Molares, Normales, Porcentuales y soluciones tampón

#### 7. TEMARIOS

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Fuentes, producción, extracción y purificación de enzimas.	1.1. Empresas productoras de enzimas. 1.2 Mercado mundial de las enzimas. 1.3 Fuentes de enzimas. 1.4 Criterios para la compra de preparaciones enzimáticas. 1.5 Selección de enzimas industriales. 1.6 Sistemas de ruptura celular. 1.7 Procedimiento para la concentración de enzimas. 1.8 Procedimientos para la separación de enzimas. 1.9 Evaluación de la eficiencia del proceso de purificación.
2.	Modificación e inmovilización de enzimas	2.1 Modificación de enzimas. 2.1.1 Modificación química. 2.1.2 Modificación y estabilidad. 2.1.3 Modificaciones selectivas y nuevas

		<p>aproximaciones.</p> <p>2.2 Concepto de enzima inmovilizada.</p> <p>2.2.1 Métodos de inmovilización, Ejemplos de utilización de enzimas inmovilizadas en la industria de los alimentos.</p> <p>2.2.2 Ejemplo de usos de enzimas inmovilizadas en el sector farmacéutico.</p> <p>2.2.3 Ejemplos de uso de enzimas inmovilizadas en medicina.</p> <p>2.2.4 Ejemplos de uso de enzimas inmovilizadas en química analítica.</p>
3.	Aplicación de enzimas a nivel industrial	<p>3.1 Aplicaciones de las enzimas en medicina.</p> <p>3.1.1 Diagnóstico enzimático; ejemplos representativos y aspectos tecnológicos.</p> <p>3.1.2 Terapia enzimática; administración de enzimas.</p> <p>3.1.3 Diseño de inhibidores enzimáticos.</p> <p>3.2 Aplicaciones de las enzimas en la industria farmacéutica.</p> <p>3.2.1 Resolución de mezclas racémicas.</p> <p>3.2.2 Modificación de antibióticos.</p> <p>3.3. Enzimas en la industria alimentaria.</p> <p>3.3.1 Producción de hidrolizados proteicos.</p> <p>3.3.2 Uso de enzimas en la industria de los lácteos.</p> <p>3.3.3 Uso de enzimas en la industria de la panificación.</p> <p>3.4 Enzimas en solventes no acuosos.</p> <p>3.4.1 Biocatalizadores en solventes no acuosos.</p> <p>3.4.2 Enzimología micelar.</p> <p>3.4.3 Aplicaciones industriales.</p> <p>3.5 Otras aplicaciones.</p>
4.	Legislación para el uso de enzimas.	<p>4.1. Normas generales.</p> <p>4.2 Aspectos legislativos del uso de enzimas a nivel industrial.</p> <p>4.3 Toxicología y manejo de enzimas.</p>

### 8. SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

- Visitar el centro de información de la institución para localizar material bibliográfico relacionado con la materia.
- Organizar sesiones grupales de discusión.
- Analizar y discutir artículos científicos.
- Elaborar ensayos, resúmenes, cuadros sinópticos, mapas conceptuales.
- Participar en seminarios.
- Fomentar el trabajo en equipo.
- Fomentar valores.
- Fomentar el uso de tecnologías de la información

## 9. SUGERENCIA DE EVALUACIÓN

- Autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación.
- Bitácora de actividades.
- Resúmenes, ensayos, cuadros comparativos, cuestionarios, entre otros.
- Exposiciones.
- Mesas de debate.
- Exámenes escritos.
- Planteamiento y resolución de problemas.
- Desarrollo y reporte final de proyectos realizados.
- Participación en seminarios y sesiones plenarias

## 10. UNIDAD DE APRENDIZAJE

### UNIDAD I.- Fuentes, producción, extracción y purificación de enzimas.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"><li>• El estudiante conocerá las fuentes de obtención de enzimas, así como los sistemas de producción, extracción y purificación de enzimas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elaborar un ensayo acerca de fuentes de enzimas.</li><li>• Realizar un diagrama de flujo general para la producción fermentativa de enzimas.</li><li>• Realizar un diagrama de flujo para la recuperación de enzimas intracelulares y extracelulares</li><li>• Realizar el diseño de un protocolo de purificación de enzimas.</li></ul>

### UNIDAD II.- Modificación e inmovilización de enzimas

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"><li>• El alumno conocerá metodologías de modificación de enzimas y su aplicación</li><li>• El alumno conocerá el concepto de enzima inmovilizada, métodos de inmovilización y áreas de impacto de las enzimas inmovilizadas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elaborar un cuadro sinóptico de los métodos usados para la modificación de enzimas.</li><li>• Realizar un mapa conceptual sobre los métodos de modificación de enzimas</li><li>• Elaborar un cuadro sinóptico de los métodos de inmovilización de enzimas.</li><li>• Elaborará un ensayo sobre procesos que usen enzimas inmovilizadas.</li><li>• Participar en mesa de debate de ejemplos prácticos donde usen enzimas inmovilizadas</li></ul>

### UNIDAD III.- Aplicación de enzimas a nivel industrial

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"><li>• El alumno conocerá las aplicaciones de las enzimas en los diferentes sectores.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elaborar un ensayo acerca de la importancia de las enzimas en medicina.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un seminario de análisis de procesos enzimáticos a nivel industrial</li> <li>• Realizar visitas a empresas en cuyos procesos se aplique el uso de enzimas.</li> <li>• Conocer la página WEB de Novo Nordisk y otras.</li> </ul>
--	---

#### **UNIDAD IV.- Legislación para el uso de enzimas.**

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
El alumno conocerá e interpretará las normas, leyes y reglamentos que regulan el uso de enzimas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborará una recopilación de las normas más importantes que regulan el uso de las enzimas.</li> <li>• Participará en mesa de debates acerca de casos-ejemplos de aplicación de la ley en el uso de enzimas.</li> </ul>

#### **11. FUENTE DE INFORMACION**

- Marongani, A. G. Enzyme Kinetics: a modern approach. Limusa-Wiley. John Wiley & Song. 2003.
- Nelson, W.H. Lehninger Principles of Biochemistry. Limusa-Wiley. John Wiley & Song. 2004
- Onorato, J. Medicamentos Biotecnológicos: características diferenciales. INESME. 2006.
- Illanes A. Enzyme biocatalysis: Principles and Applications. Springer Science + Business Media B.V. (2008)
- Colección actualizada de artículos científicos, normas y patentes sobre el uso de enzimas

#### **12. PRACTICAS PROPUESTAS**

- Elaboración de un catálogo de empresas nacionales e internacionales productoras de enzimas de uso industrial
- Elaboración de un catálogo de empresas nacionales usuarias de enzimas.
- Caracterización cinética de una preparación proteolítica de uso industrial.
- Modificación de las propiedades de solubilidad de proteínas no convencionales.

### 3.4.3.- BIOTECNOLOGIA DE FERMENTACIONES

#### 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA IBD-1208

Nombre de la asignatura:	<b>Biología de Fermentaciones</b>
Carrera:	<b>Ingeniería Bioquímica</b>
Clave de la carrera:	<b>IBQA-2010-207</b>
SATCA:	<b>2-3-5</b>

#### 2.- PRESENTACION

##### **Caracterización de la asignatura**

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Bioquímico con especialidad en Biotecnología la capacidad de integrar los conocimientos básicos que fundamentan la biotecnología con la finalidad de que tenga la posibilidad de ampliar su campo de trabajo al aplicarlos en la industria Biotecnológica.

Las capacidades adquiridas por el alumno previamente en las áreas de biología e ingeniería a través de las asignaturas: Biología, Química Inorgánica y Orgánica, Química Analítica, Bioquímica, Microbiología, Operaciones Unitarias, Matemáticas, Fenómenos de Transporte, Cinética Química y Biológica, Ingeniería de Bioreactores, Ingeniería de Bioseparaciones, para que, fortalecen y les permite analizar los diferentes campos y la historia de la biotecnología para obtener un panorama general e Identifica los diferentes tipos de fermentaciones y los tipos de microorganismos que intervienen en ellas, usados en la Industria Biotecnológica.

La asignatura permitirá al estudiante adquirir los conocimientos, habilidades y destrezas para el diseño de procesos de producción de células y metabolitos de origen microbiano, por medio de la comprensión y aplicación de técnicas y procedimientos biotecnológicos, aplicando criterios de sustentabilidad.

La asignatura Biotecnología de Fermentaciones, provee las herramientas necesarias para el uso y control de células, indispensable para el diseño de equipos, procesos y aplicación de nuevas tecnologías, en la mejora continua de programas en el ámbito de las Ingenierías en Industrias Bioquímica, Alimentaria, Ambiental y Biotecnológicas, entre otras.

El contenido de esta asignatura permite una mejor comprensión de las materias paralelas y posteriores que consideran los diferentes planes de estudios.

La Biotecnología de Fermentaciones se apoya con instrumentos, como son principalmente el microscopio, reactores, así como de técnicas de esterilización, preparación de medios de cultivo, métodos de obtención de cultivos axénicos y de conservación de y mantenimiento de cepas de interés. Con esta asignatura el estudiante adquiere habilidades que obtendrá en el laboratorio, a través de una serie de prácticas desarrolladas de acuerdo al conocimiento teórico adquirido.

Por tanto la asignatura aporta al perfil del Ingeniero Bioquímico, la capacidad de diseñar, seleccionar, adaptar y escalar equipos y procesos en los que se aprovechen de manera sustentable los recursos bióticos, identificar y aplicar tecnologías emergentes relacionadas con el campo de acción de este tipo de Ingenieros, participar en el diseño y aplicación de normas y programas de gestión y aseguramiento de la calidad, en empresas e instituciones, realizar investigación científica y tecnológica con difusión de sus resultados.

##### **Intención didáctica**

La asignatura de Biotecnología de Fermentaciones está organizada en 4 unidades presentadas en un orden ascendente de complejidad y cada una de las cuales agrupa temas similares con el objetivo de facilitar la comprensión para el alumno.

La primera unidad aborda tópicos generales de la Biotecnología tales como su desarrollo histórico, el impacto que ha tenido en la sociedad, la legislación del uso de los



microorganismos y sus patentes, así como su discusión ética, esto establece el campo de especialización de la asignatura.

En la segunda unidad se abordan los temas del metabolismo microbiano en las áreas de bioquímica y su regulación metabólica, relaciona las rutas bioquímicas usadas por las células microbianas para la elaboración de metabolitos de interés comercial y sus mecanismos de control natural de las vías a niveles intracelulares como son los niveles enzimáticos y la expresión de ADN.

La tercera unidad aborda el sistema microbiana como unidad de producción, revisando los principales sustratos utilizados en la industria biotecnológica, los sistemas de fermentación, así como la obtención de cepas de interés utilizando criterios de selección primaria y secundaria y su mantenimiento y conservación.

La cuarta unidad incluye la revisión de los diferentes procesos microbianos para la producción industrial de células o metabolitos, como son la producción de proteína unicelular, hongos comestibles, producción de etanol, ácidos orgánicos, enzimas, vitaminas, antibióticos.

Así mismo, se sugiere el uso de actividades integradoras del conocimiento durante la elaboración de prácticas de laboratorio en las unidades 3 y 4, actividades que involucren técnicas y sistemas de multiplicación y propagación, y cálculos de parámetros cinéticos para evaluar sus rendimientos, en los procesos biotecnológicos. Por lo tanto, por medio de las actividades prácticas se promueve el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación y operación de equipos para controlar variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, se propician procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual integradora.

En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de los métodos apropiados de selección, diseño y establecimiento de los diversos procesos biotecnológicos a aplicar, de tal modo que desarrollen de manera independiente protocolos pertinentes y elaboren reportes adecuados de los resultados.

La lista de actividades de aprendizaje no se sugiere para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje, pueden realizarse como actividades extra clase y en clase revisar y fomentar debates para la discusión de los resultados de las observaciones. Se procura partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante establezca una relación con las necesidades y oportunidades de desarrollo biotecnológico del entorno y no sólo se hable de ellos en el aula. Generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; y que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y el análisis y presentación de propuestas.

Es trascendental que el estudiante comprenda que está construyendo su soporte para el futuro quehacer y en consecuencia actúe de manera profesional; aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión, la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía pero también el trabajo en equipo.

El alumno hace uso de las habilidades de síntesis, de análisis, de pensamiento inductivo y deductivo, entre otras; con la finalidad de integrar en su conocimiento y en su persona los conceptos y metodologías concernientes a la Biotecnología Vegetal para contar con la capacidad y los criterios de aplicación requeridos en una situación específica que dé solución a situaciones reales, tomando en cuenta la importancia del respeto del entorno en todos los sentidos y por lo tanto amigable con el entorno y de manera sustentable.

El profesor procurará un ambiente en el cual el alumno encuentra un contexto de confianza,

respeto, tolerancia y armonía, necesario para el adecuado desempeño del alumno en donde manifieste sus habilidades y actitudes, además de utilizar diversas técnicas y herramientas para propiciar el aprendizaje.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<b>Competencias específicas</b>	<b>Competencias genéricas:</b>
Aplicar condiciones físicas y químicas en reactores biológicos por medio de la identificación, análisis, selección y aplicación de procesos de la biotecnología industrial, para el establecimiento de sistemas de producción de células y metabolitos de origen microbiano.	<p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de organizar y planificar</li> <li>• Conocimientos generales de cultivo de tejidos vegetales y procesos biotecnológicos.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>• Solución de problemas</li> </ul> <p><b>Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidad para el trabajo en laboratorio</li> <li>• Compromiso ético</li> <li>• Apreciar el conocimiento y los hábitos del trabajo, cultivar la precisión y la curiosidad; así como, el entusiasmo y el interés en el área biotecnológica.</li> </ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos</li> <li>• de la Biotecnología de Fermentaciones en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad para aprender</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li> <li>• Preocupación por el medio ambiente</li> <li>• Preocupación por la calidad</li> </ul>

### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

<b>Lugar y fecha de Elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Observaciones (cambios y justificación)</b>
Instituto Tecnológico de Mérida, Septiembre del 2012	José Luis Giorgana Figueroa Gabriel Lizama Uc Sara Luz Nahuat Dzib Gerardo Rivera Muñoz Sara Elena Solís Pereira Jorge Arturo Tello Cetina	Definición de los programas de estudio de los módulos de especialidad de la carrera de Ingeniería Bioquímica

## 5.- OBJETIVO GENERAL(ES) DEL CURSO

Aplicar condiciones físicas y químicas en reactores biológicos por medio de la identificación, análisis, selección y aplicación de procesos de la biotecnología industrial, para el establecimiento de sistemas de producción de células y metabolitos de origen microbiano.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Identificar los diferentes grupos microbianos.
- Identificar, seleccionar y preparar los diferentes medios de cultivo.
- Conocer y aplicar las diferentes técnicas de aislamiento, purificación y conservación de cepas microbianas.
- Conocer y relacionar las diferentes rutas bioquímicas con el metabolismo microbiano.
- Conocer y aplicar las técnicas analíticas para la preparación de compuestos químicos.
- Conocer y relacionar el valor del dinero y costo inversión.
- Interpretar el desarrollo y uso sustentable.
- Aplicar balances de materia y energía.
- Identificar y relacionar el diseño del bioreactor con los sistemas microbianos.

## 7. TEMARIOS

Unidad	Temas	Subtemas
1	Biotecnología y Sociedad	1.1 La industria biotecnológica. 1.2 El impacto de la Biotecnología. 1.3 Legislación y patentes. 1.4 Bioética.
2	Metabolismo Microbiano	2.1 Bioquímica Microbiana 2.1.1 Metabolismo energético microbiano. 2.1.2 Rutas de degradación microbiana. 2.1.3 Rutas de síntesis microbiana. 2.2 Regulación del Metabolismo 2.2.1 Mecanismos de control. 2.2.2 Sitios de control.
3	Sistemas Microbianos	3.1 Sustratos de fermentación industrial. 3.2 Sistemas de fermentación. 3.3 Selección primaria y secundaria. 3.4 Preparación del inóculo. 3.5 Conservación y mantenimiento de cepas.
4	Procesos Biotecnológicos	4.1 Principios de procesos microbianos. 4.2 Producción de metabolitos de origen microbiano. 4.2.1 Producción de células. 4.2.2 Producción de alcohol. 4.2.3 Producción de ácidos orgánicos. 4.2.4 Producción de enzimas. 4.2.5 Producción de vitaminas 4.2.6 Producción de antibióticos. 4.4 Perspectivas futuras.

## 8. SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

- Organizar talleres de discusión de artículos.
- Presentar diagramas de flujo y mapas conceptuales.
- Explicar estrategias de búsqueda de información.
- Organizar equipos de trabajo para la solución de problemas.
- Desarrollo de proyecto para análisis como estudio de caso.

## 9. SUGERENCIA DE EVALUACIÓN

La evaluación del presente programa debe ser diagnóstica, formativa y sumativa, es decir haciendo valoraciones durante todo el proceso del aprendizaje y al final del curso, considerando la competencia adquirida como evidencia de producto, actitud y desempeño, con base en las actividades de aprendizaje realizadas por el estudiante, tales como:

- Investigaciones documentales, reportes de prácticas de laboratorio y de campo, informes de visitas a empresas entregadas como evidencia.
- Seguimiento de reglas en el aula y laboratorio.
- Exámenes escritos en donde el estudiante maneje teóricamente los conceptos de la biotecnología de Fermentaciones.
- Entrega del portafolio de evidencias en función de las actividades de aprendizaje.
- Lectura de artículos científicos y situaciones reales en el ámbito de la Biotecnología microbiana y su relación con otras ciencias con su discusión en mesa redonda.
- Desempeño en aplicar técnicas de aislamiento, purificación, identificación, propagación y cuantificación de microorganismos.
- El Manejo de diferentes tipos de instrumentos analíticos.
- Discusión grupal de diversos temas teóricos generales de la Biotecnología de Fermentaciones.
- Desempeño en la realización de prácticas con la presentación de informes y discusión de resultados experimentales.
- Autoevaluación.

## 10. UNIDAD DE APRENDIZAJE

### UNIDAD I Biotecnología y Sociedad

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
Conocer la importancia y los alcances de la industria biotecnológica y su impacto social, económico y ambiental.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Construye a través de la búsqueda bibliográfica los antecedentes y desarrollo histórico de la industria biotecnológica.</li><li>• Analiza y redacta un ensayo sobre los principales productos de origen microbiológico y sus beneficios sociales y económicos así como la industria que los producen.</li><li>• Analiza y discute sobre la legislación y patentes las células y productos de origen microbiano.</li><li>• Analiza y debate sobre el impacto de los organismos genéticamente</li></ul>

	modificados (ONG).
--	--------------------

## UNIDAD II Metabolismo Microbiana

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
Discutir las rutas metabólicas para la obtención de metabolitos de interés y sus mecanismos de regulación celular para la producción comercial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza e identifica las principales rutas metabólicas de obtención de metabolitos de interés comercial.</li> <li>• Analiza e identifica los mecanismos que regulan las funciones metabólicas de los microorganismos.</li> <li>• Analiza y discute sobre la alteración de las rutas metabólicas y su control de la expresión.</li> <li>• Revisa y discute artículos científicos en inglés sobre las rutas metabólicas y sus mecanismos de regulación en los microorganismos.</li> </ul>

## UNIDAD III Sistemas Microbianos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
Discutir las etapas de los sistemas de fermentación y sus componentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investiga y relaciona los principales sustratos utilizados en la industria de fermentación industrial.</li> <li>• Discute en un foro las ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de fermentación.</li> <li>• Propone y realiza prácticas para el aislamiento y selección y conservación de microorganismos de interés industrial.</li> <li>• Revisa y discute artículos científicos en inglés sobre los avances sobre la obtención de microorganismos de interés industrial.</li> </ul>

## UNIDAD IV Procesos Biotecnológicos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
Diseñar procesos de fermentación microbiana para la producción de metabolitos de interés comercial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrolla y expone en grupo los diferentes procesos de producción de productos de interés comercial de origen microbiano.</li> <li>• Desarrollar y realiza prácticas de laboratorio para la obtención de productos microbianos de interés comercial.</li> <li>• Revisa y discute artículos científicos en inglés sobre los avances en los</li> </ul>

## 11. FUENTE DE INFORMACION

1. Departamento de agricultura de USA. [www.usda.gov](http://www.usda.gov)
2. Ciencias de la vida y biotecnología en Europa. [www.ec.europa.eu/biotechnology/pdf/policypaper\\_es.pdf](http://www.ec.europa.eu/biotechnology/pdf/policypaper_es.pdf)
3. La industria biotecnológica en México. [www.conabio.gob.mx/conocimiento/biosecuridad/doctos/biosecuridad/aspectos\\_socio-economicos\\_rosaluzgonzalez.ppt](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/biosecuridad/doctos/biosecuridad/aspectos_socio-economicos_rosaluzgonzalez.ppt)
4. Dawes, I. W. y Sutherland, I. W. Microbial physiology, In basic microbiology. Wilkinson Vol.4. Blackwell Scientific P.London.1976
5. Stryer, L. Biochemistry. 3rd ed. W. H. Freeman and Co. San Francisco. 1995
6. Karp, G. Biología celular. 2a. Ed. McGraw Hill. México. 1987
7. Lehninger, A. L. Principles of biochemistry. Worth Pub. Inc. New York. 1995
8. Dixon, R.O.D y Wheeler, C.T. Nitrogen fixation in plants. Blackie Glasgow and London. Chapman and Hill. N.Y. -1986.
9. Mathews, K.C., Van Holde., K.E. -Bioquímica. - 2a. ed. McGraw-Hill Interamericana, España, S.A. 1999.
10. Doelle, H. W. Bacterial metabolism. 2nd ed. Academic Press, N.Y. 1975.
11. Gottschalk, G. Bacterial metabolism. Springer-Verlag. N.Y. 1985.
12. Metzler, D.E. -Biochemistry. The chemical reactions of living cells. Academic Press. New York. 2000
13. Sokatch, J. R. Bacterial physiology and metabolism. Academic Press. New York. 1969.
14. Brook, T. D. Biology of microorganisms. 3rd. ed. Prentice Hall Inc. New Jersey. 1998.
15. Tamarin, R.H. Principios de genética. Editorial Reverté, S.A. Barcelona. -1996.
16. The microbiol World. Stanier, Michael Doudoroffy Edward A. Adelberg. 1996.
17. Biotecnología manual de microbiología industrial. Crueger & Crueger. 1986.
18. Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology (2007) Alexander N. Glazer and Hiroshi Nikaido. Cambridge University Press.
19. Environmental Biotechnology - Theory and Application (2002) (Wiley). Edited by Evans, Gareth M.; Furlong, Judith C. John Wiley & Sons November.
20. Methods in Yeast Genetics (2005) David C. Amberg and Daniel J. Burke. CSHL 2005.
21. Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology. DEMAIN, A.L. y J.E. Davies. (eds.). ASM. Washington D.C. Segunda edición. 1999.
22. Biotecnología: Manual de Microbiología Industrial. CRUEGER, W. y A. Crueger. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. 1993.
23. Biotecnología de la Fermentación. O.P. WARD. Ed. ACRIBIA. SA. Zaragoza. 1991.
24. Biología Molecular y Biotecnología. WALKER, J.M. y E.B. Gingold. 2ª ed. Ed. Acribia, S.A. 1997.

Revisión de artículos científicos.

## 12. PRACTICAS PROPUESTAS

1. Aislamiento y selección primaria y secundaria de cepas microbianas.
2. Producción de biomasa con diferentes fuentes de carbono y nitrógeno.
3. Producción de *Saccharomyces cerevisiae*.

4. Producción de Etanol.
5. Producción de ácidos orgánicos.
6. Producción de enzimas.
7. Producción de microalgas.
8. Producción de antibióticos.

### 3.4.4.- BIOTECNOLOGIA VEGETAL

#### 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA IBD-1209

Nombre de la asignatura:	<b>Biotecnología Vegetal</b>
Carrera:	<b>Ingeniería Bioquímica</b>
Clave de la carrera:	<b>IBQA-2010-207</b>
SATCA:	<b>2-3-5</b>

#### 2.- PRESENTACION

##### **Caracterización de la asignatura**

La asignatura permitirá al estudiante adquirir los conocimientos, habilidades y destrezas para el diseño de procesos de producción de metabolitos y material vegetal, por medio de la comprensión y aplicación de técnicas y procedimientos biotecnológicos, que contribuyen al uso sustentable de células, tejidos, órganos e individuos vegetales.

Esta materia presenta relación con otras asignaturas, principalmente se ha diseñado tomando como fundamento áreas de Química, Bioquímica, Microbiología, Matemáticas y Biología fortaleciendo los contenidos que contribuyen a conformar el perfil profesional del egresado.

La asignatura Biotecnología Vegetal, provee las herramientas necesarias para el uso y control de células, tejidos, órganos e individuos vegetales *in vitro*, indispensable para el diseño de equipos, procesos y aplicación de nuevas tecnologías, en la mejora continua de programas en el ámbito de las Ingenierías en Industrias Bioquímica, Alimentaria y Ambiental, entre otras.

El contenido de esta asignatura permite una mejor comprensión de las materias paralelas y posteriores que consideran los diferentes planes de estudios.

La Biotecnología Vegetal se apoya con instrumentos, como son principalmente los microscopios, así como de técnicas de esterilización, preparación de medios de cultivo, métodos de obtención de cultivos axénicos y de conservación de germoplasma vegetal *in vitro*. Con esta asignatura el estudiante adquiere habilidades que obtendrá en el laboratorio, a través de una serie de prácticas desarrolladas de acuerdo al conocimiento teórico adquirido.

Por tanto la asignatura aporta al perfil del Ingeniero Bioquímico, la capacidad de diseñar, seleccionar, adaptar y escalar equipos y procesos en los que se aprovechen de manera sustentable los recursos bióticos, identificar y aplicar tecnologías emergentes relacionadas con el campo de acción de este tipo de Ingenieros, participar en el diseño y aplicación de normas y programas de gestión y aseguramiento de la calidad, en empresas e instituciones, realizar investigación científica y tecnológica con difusión de sus resultados.

##### **Intención didáctica**

La asignatura de Biotecnología Vegetal está organizada en 4 unidades presentadas en un orden ascendente de complejidad y cada una de las cuales agrupa temas similares con el objetivo de facilitar la comprensión para el alumno.

La primera unidad aborda tópicos generales de Biotecnología y el Cultivo de Tejidos Vegetales tales como su desarrollo histórico, el control hormonal y los problemas asociados al cultivo *in vitro* de germoplasma vegetal, así mismo, se establece el campo de especialización de la asignatura.

En la segunda unidad se abordan los temas que se involucran en las etapas de la micropropagación, las diversas rutas para la obtención de productos como son la callogénesis, la organogénesis, el cultivo de órganos y la embriogénesis somática, así como su importancia y relación con otras ciencias.

En la tercera unidad se aborda los temas relacionados con la producción de metabolitos



secundarios por medio del cultivo de tejidos vegetales, la selección de líneas altamente productoras de metabolitos secundarios importantes y su uso sustentable.

La cuarta unidad incluye la revisión de la aplicación de la Biotecnología molecular para la Transformación genética de plantas, se analizan sistemas de conservación de germoplasma vegetal, la variación somaclonal y finalmente el análisis de resultados de la aplicación del cultivo *in vitro* a sistemas de producción vegetal y su impacto social y económico.

Así mismo, se sugiere el uso de actividades integradoras del conocimiento durante las sesiones de laboratorio, actividades que involucren técnicas y sistemas de multiplicación y propagación *in vitro* de germoplasma vegetal, así como de aplicaciones biotecnológicas. Por lo tanto, por medio de las actividades prácticas se promueve el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación y operación de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, se propician procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual integradora.

En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de los métodos apropiados de selección, diseño y establecimiento de los diversos procesos biotecnológicos a aplicar, de tal modo que desarrollen de manera independiente protocolos pertinentes y elaboren reportes adecuados de los resultados.

La lista de actividades de aprendizaje no se sugiere para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje, pueden realizarse como actividades extra clase y en clase revisar y fomentar debates para la discusión de los resultados de las observaciones. Se procura partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante establezca una relación con las necesidades y oportunidades de desarrollo biotecnológico del entorno y no sólo se hable de ellos en el aula. Generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; y que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y el análisis y presentación de propuestas.

Es trascendental que el estudiante comprenda que está construyendo su soporte para el futuro quehacer y en consecuencia actúe de manera profesional; aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión, la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía pero también el trabajo en equipo.

El alumno hace uso de las habilidades de síntesis, de análisis, de pensamiento inductivo y deductivo, entre otras; con la finalidad de integrar en su conocimiento y en su persona los conceptos y metodologías concernientes a la Biotecnología Vegetal para contar con la capacidad y los criterios de aplicación requeridos en una situación específica que de solución a situaciones reales, tomando en cuenta la importancia del respeto del entorno en todos los sentidos y por lo tanto amigable con el entorno y de manera sustentable.

El profesor procurará un ambiente en el cual el alumno encuentra un contexto de confianza, respeto, tolerancia y armonía, necesario para el adecuado desempeño del alumno en donde manifieste sus habilidades y actitudes, además de utilizar diversas técnicas y herramientas para propiciar el aprendizaje.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas	Competencias genéricas:
Aplicar conocimientos relacionados con la obtención de cultivos axénicos de	<b>Competencias instrumentales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de organizar y planificar</li> </ul>

<p>germoplasma vegetal, la multiplicación, la obtención de metabolitos, el análisis de la variación somaclona y la conservación de germoplasma vegetal. Así mismo establecer procesos de producción relacionados con la biotecnología vegetal y el uso sustentable de los recursos vegetales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos generales de Cultivo de tejidos vegetales y procesos biotecnológicos.</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>• Solución de problemas</li> </ul> <p><b>Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidad para el trabajo en laboratorio</li> <li>• Compromiso ético</li> <li>• Aprender el conocimiento y los hábitos del trabajo, cultivar la precisión y la curiosidad; así como, el entusiasmo y el interés en el área biotecnológica.</li> </ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos de la Biotecnología Vegetal en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad para aprender</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li> <li>• Preocupación por el medio ambiente</li> <li>• Preocupación por la calidad</li> </ul>
---	---

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

<b>Lugar y fecha de Elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Observaciones (cambios y justificación)</b>
Instituto Tecnológico de Mérida, Septiembre del 2012	José Luis Giorgana Figueroa Sara Luz Nahuat Dzib Carlos F. Reyes Sosa Gerardo Rivera Muñoz Luis A Rodríguez Gil Sara Elena Solís Pereira	Análisis, adecuación y actualización de la asignatura para el enriquecimiento y elaboración del programa de estudio en competencias propuesto en la academia de la carrera de Ingeniería Bioquímica.

#### 5.- OBJETIVO GENERAL(ES) DEL CURSO

Comprenderá el papel fundamental que desempeñan los recursos naturales para la generación y resolución de problemas del entorno, por medio de la aplicación de técnicas y métodos basados en la biotecnología vegetal.

Aplicar conocimiento relacionados con métodos de cultivo de tejidos y métodos biotecnológicos, por medio del uso de características químicas, metabólicas, genéticas, de propagación y conservación de células, tejidos y órganos vegetales, para comprender y aplicar su función en las áreas de oportunidad del ecosistema y en la Industria.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Conversión de unidades
- Manejo de área estéril.
- Preparación y esterilización de medios de cultivo.
- Expresión de ácidos nucleicos.
- Aplicar las distintas técnicas de espectrofotometría, potenciometría, turbidimetría, gravimetría, y volumetría para la determinar parámetros físicos, químicos y cinéticos.
- Identificar y diferenciar los distintos géneros y especies, así como la organización celular de tejido vegetal.
- Conocer y relacionar las propiedades químicas y bioquímicas de las biomoléculas con el contextocelular.

## 7. TEMARIOS

Unidad	Temas	Subtemas
1	Biotechnología y el Cultivo de Tejidos Vegetales	1.1 Introducción. Influencia en el uso sustentable de las especies. 1.2 Tipos de cultivos de tejidos vegetales. 1.3 Principios básicos del cultivo de tejidos vegetales. 1.4 El laboratorio de cultivo de tejidos vegetales. 1.5 Medio de cultivo y nutrición in vitro de células vegetales. 1.6 Control hormonal del crecimiento y desarrollo in vitro. 1.7 Problemas asociados al cultivo in vitro de tejidos vegetales.
2	Micropropagación.	2.1 Callogénesis: inducción, mantenimiento y utilidad. 2.2 Organogénesis: directa e indirecta 2.3 Embriogénesis somática: Directa e indirecta. 2.4 Cultivo de meristemos, yemas y ápices: inducción y utilidad. 2.5 Cultivo de células en suspensión. 2.6 Cultivo de raíces. Inducción. 2.7 Etapas de la micropropagación.
3	Producción biotecnológica de metabolitos secundarios.	3.1 Metabolitos secundarios producidos por cultivo de tejidos vegetales 3.2 Selección de líneas altamente productoras. 3.3 Sistemas eficientes de producción <i>in vitro</i> . 3.4 Metabolitos secundarios importantes y su uso sustentable.
4	Biotechnología y conservación de germoplasma.	4.1 Transformación genética de plantas. Productos transgénicos. 4.2 Sistemas de conservación de germoplasma vegetal.

		4.3 Variación somaclonal. 4.4 Análisis de resultados en cultivo in vitro vegetal.
--	--	--

## 8. SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

- Fomentar el uso de tecnologías de la información
- Fomentar el trabajo en equipo y la participación activa
- Motivar a los estudiantes con actividades lúdicas (maratones del conocimiento, sociodramas, crucigramas), entre otras.
- Inducir a la investigación documental y de campo
- Fomentar la asistencia a eventos académicos (congresos, seminarios, entre otros)
- Generar la reflexión crítica a través de seminarios y sesiones de discusión
- Fomentar la investigación científica, creatividad y actitud emprendedora
- Introducir al estudiante en los métodos y modos de razonamiento propios de la investigación científica y la discusión crítica de resultados de trabajos científicos publicados.
- Vincular los conocimientos teóricos con situaciones reales mediante prácticas de laboratorio, experimentos demostrativos en el aula, talleres de solución de casos, visitas a empresas y centros de investigación, entre otros.
- Inducir a la formulación de ensayos y resúmenes
- Inducir a los estudiantes a realizar exposiciones
- Brindar ejemplos de hechos recientes relacionados con la Biotecnología vegetal que tengan interés, impacto social, ambiental y en el uso sustentable del germoplasma de plantas.
- Fomentar los valores éticos.

## 9. SUGERENCIA DE EVALUACIÓN

- Tipos de evaluación: diagnóstica, formativa y sumativa
- Autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación
- Participación individual y en grupo
- Resúmenes, ensayos, cuadros sinópticos, entre otros.
- Exposiciones
- Exámenes escritos
- Desarrollo de las prácticas de laboratorio y reportes de las mismas
- Reporte de visitas industriales y centros de investigación
- Planteamiento y resolución de problemas
- Desarrollo y presentación de proyectos de investigación en foros.

## 10. UNIDAD DE APRENDIZAJE

### UNIDAD I.- Biotecnología y el Cultivo de Tejidos Vegetales

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar los hechos sobresalientes que dieron origen a la biotecnología vegetal, sus relaciones con otras ciencias, así como sus perspectivas actuales y futuras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar y explicar un mapa conceptual, jerarquizando el desarrollo histórico de la biotecnología vegetal y sus aportaciones a otras ciencias biológicas.</li> <li>• Formular y entregar un resumen</li> </ul>

	<p>sobre los descubrimientos que influyeron en la aplicación del cultivo de tejidos vegetales a la biotecnología a través del tiempo y discutirlo en clase.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leer artículos de publicaciones recientes sobre los avances de la biotecnología vegetal tanto en el ámbito internacional como nacional. Analizar y discutir la información en sesión plenaria; entregar conclusiones de la discusión</li> </ul>
--	--

### **UNIDAD 2.- Micropropagación.**

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer, seleccionar y aplicar las metodologías empleadas en el estudio, caracterización, y el cultivo de tejidos vegetales in vitro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar prácticas en el laboratorio, elaborar y entregar reportes</li> </ul>

### **UNIDAD 3.- Producción biotecnológica de metabolitos secundarios.**

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propagar cultivos de tejidos vegetales, cuantificar el crecimiento y evaluar el efecto de los factores físicos y químicos sobre éste y la producción de metabolitos secundarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar las prácticas en el laboratorio, elaborar y entregar reportes.</li> <li>• Leer artículos de publicaciones recientes sobre los avances de la biotecnología vegetal en la producción de metabolitos secundarios y su importancia tanto en el ámbito nacional como internacional.</li> <li>• Analizar y discutir la información en sesión plenaria; entregar conclusiones de la discusión.</li> </ul>

### **UNIDAD 4. Biotecnología y conservación de germoplasma.**

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender los mecanismos biotecnológicos de conservación de germoplasma vegetal, que ayude a la conservación del recurso genético y analizar su importancia para el uso sustentable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar, analizar y contrastar los métodos utilizados para la medición del crecimiento en el cultivo de tejidos vegetales.</li> <li>• Elaborar un resumen y discutir en clase la información.</li> <li>• Analizar en sesión plenaria, los métodos y técnicas de selección, cultivo, identificación y conservación de células, tejidos, órganos, e individuos vegetales para</li> </ul>

### **11. FUENTE DE INFORMACION**

- Pérez Molphe Balch, E. M. y col. Introducción al cultivo de tejidos vegetales. Aguascalientes, Ags., Méx. Procesos Gráficos de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. 1999.
- Artículos de la revista: Plant cell, tissue & organ culture.
- Artículos de la revista: Plant cell Reports..
- <http://users.bigpond.net.au/rdefossar>

### **12. PRACTICAS PROPUESTAS**

- Diseño de medios de cultivo.
- Establecimiento *in vitro* de explantes de origen vegetal
- Micropropagación *in vitro* de germoplasma vegetal.
- Evaluación de procesos biotecnológicos vegetales.

### 3.4.5.- BIOTECNOLOGIA DE RECURSOS MARINOS

#### 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA IBF-1210

Nombre de la asignatura:	<b>Biología de Recursos Marinos</b>
Carrera:	<b>Ingeniería Bioquímica</b>
Clave de la carrera:	<b>IBQA-2010-207</b>
SATCA:	<b>3-2-5</b>

#### 2.- PRESENTACION

##### **Caracterización de la asignatura**

Esta asignatura está orientada al conocimiento para el aprovechamiento inteligente, sustentable y respetuoso de la diversidad biológica y química así como del reservorio genético-molecular de los organismos y del ambiente marino. Sistemas de cultivo a través de la acuicultura de las principales especies que se cultivan en México, en particular el camarón, se puede impulsar mediante el mejoramiento de la reproducción y las tasas de crecimiento. Asimismo, es necesario incrementar la eficiencia de conversión de alimentos y desarrollar especies resistentes a enfermedades y la adaptación de los organismos a condiciones ambientales adversas. Finalmente estos procesos de producción deben buscar el desarrollo de una industria compatible con el medio ambiente. El estudio de las Macromoléculas y Metabolitos, está relacionado con la identificación y el estudio de sustancias naturales marinas como base de nuevos productos útiles a la sociedad en diferentes sectores tales como el farmacéutico, alimentario, cosmético en otros. Para desarrollar esta área es necesario utilizar los mecanismos genéticos, nutricionales y medio-ambientales que influyen la producción de estos productos de interés comercial. La gran riqueza biológica de los sistemas acuáticos de nuestro país caracteriza a esta área estratégica con un alto potencial para su aprovechamiento. Los Procesos biotecnológicos, ayudan a resolver el problema de la contaminación de los sistemas marinos que es cada vez mayor y amenaza seriamente el equilibrio de estos ecosistemas. La biotecnología marina tiene un gran potencial para la solución de problemas de contaminación de los mares y lagos por actividades antropogénicas. El desarrollo de técnicas de biorremediación sustentadas en microorganismos y vegetales para la conservación y limpieza de áreas sujetas a contaminación tiene un futuro promisorio por su eficiencia y compatibilidad con los ecosistemas acuáticos.

##### **Intención didáctica**

Se organiza el temario en cinco unidades, agrupando los contenidos conceptuales de la asignatura en la primera unidad, en la segunda unidad se describen los principales sistemas de cultivo utilizados en la biotecnología marina, posteriormente en la tercera unidad se hace referencia los organismos que presenta gran potencial biotecnológico y se relaciona con los sistemas de cultivo. En la cuarta unidad, se consideran las macromoléculas y metabolitos de procedencia marina, así como de los organismos productores, enfoca a los compuestos bioactivos como antibióticos, hormonas, proteínas entre otras. Finalmente, en la unidad cinco, se consideran los procesos biotecnológicos con énfasis en la bioprospección, la biorremediación, manejo genético entre otros.

#### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<b>Competencias específicas</b>	<b>Competencias genéricas:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>Utilizar la información y documentación necesaria en la separación, identificación y</li></ul>	<b>Competencias instrumentales</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Capacidad de análisis y síntesis.</li><li>Capacidad de organizar y planificar.</li></ul>

<p>catalogación de organismos marinos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación para reconocer, evaluar y gestionar recursos marinos de diversa naturaleza.</li> <li>• Comprender el funcionamiento de empresas vinculadas al ambiente marino, reconocer problemas específicos y proponer soluciones.</li> <li>• Habilidad para la interacción profesional con sectores sociales, cuyas percepciones puedan incorporarse a la mejora de los estudios o actividades a realizar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> </ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Búsqueda del logro</li> </ul>
--	--

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

<b>Lugar y fecha de Elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Observaciones (cambios y justificación)</b>
Instituto Tecnológico de Mérida, Septiembre del 2012	José Luis Giorgana Figueroa Sara Luz Nahuat Dzib Carlos F. Reyes Sosa Gerardo Rivera Muñoz Luis A Rodríguez Gil Sara Elena Solís Pereira	Definición de los programas de estudio de los módulos de especialidad de la carrera de Ingeniería Bioquímica

#### 5.- OBJETIVO GENERAL(ES) DEL CURSO

Conocer y comprender los hechos esenciales y conceptos relacionados con la biotecnología marina. Conocer los diferentes grupos de organismos marinos de interés en la biotecnología, sus funciones básicas y papel en el ecosistema. Adquirir la capacidad de analizar y determinar aquellos organismos marinos que puedan ser útiles en la biotecnología. Conocer y aplicar la metodología biotecnológica al medio marino. Adquirir conocimientos de las empresas dedicadas a la biotecnología marina; así como, los aspectos legales.

#### 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Comprender los fundamentos básicos de química, bioquímica y biología
- Comunicar en forma oral y escrita en su propia lengua y comprende texto en inglés.
- Manejar software básico para el procesamiento de datos y elaboración de documentos
- Reconocer los elementos del proceso de la investigación
- Conocer conceptos básicos de ciencias naturales.



- Utilizar conceptos básicos sobre estructura y propiedades de los compuestos orgánicos

## 7. TEMARIOS

Unidad	Temas	Subtemas
1	Introducción	1.1- Introducción al concepto de Biotecnología. 1.2 Biotecnología Marina. Objetivos y estado actual. 1.3 Principales líneas de investigación en Biotecnología de los Organismos Marinos. 1.4.- Producción y mercado de sustancias de interés económico
2	Sistemas de cultivo.	2.1 Tipos de cultivo 2.1.1 intensivo 2.2.2 Extensivo 2.2 Biotecnología del cultivo intensivo. 2.3 Aspectos biotecnológicos específicos 2.3.1 Condicionantes físicos 2.3.2 Condicionantes Biológicos 2.4.- Biotecnología del cultivo en espacios abiertos. 2.5 Cultivo de especies por propagación vegetativa. 2.6 Cultivo de especies por reproducción sexual. 2.7 Situación actual y perspectivas del cultivo intensivo.
3	Organismos con potencial biotecnológico	3.1 Moluscos 3.2 Microorganismos 3.3 Algas 3.4 Peces 3.5 Crustáceos
4	Macromoléculas y Metabolitos	4.1 Antibióticos 4.2 Compuestos bioactivos 4.3 Hormonas 4.4 Vitaminas 4.5 Polisacáridos 4.6 Proteínas y Enzimas 4.7 Producción de biomateriales
5	Procesos Biotecnológicos	5.1 Bioprospeccion 5.2 Biorremediación 5.3 Bioactividad 5.4 Manejo genético 5.5 Alimentación 5.6 Ingeniería de bioprocesos

## 8. SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

- Realizar reuniones grupales y discutir la importancia de los recursos marinos de la región
- Visitas a empresas que desarrollan proyectos biotecnológicos
- Presentación de seminarios
- Usar la tecnología de información
- Investigaciones documentales y de campo
- Elaborar mapas conceptuales y mentales
- Realizar prácticas de laboratorio
- Efectuar presentaciones digitales de las investigaciones

## 9. SUGERENCIA DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las prácticas de laboratorio, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones. o Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Resúmenes entregados de visitas y conferencias.

## 10. UNIDAD DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Introducción

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"><li>• El estudiante establecerá la importancia de la biotecnología en el medio marino y la aplicación de esta en la obtención de diversos productos biológicos y su aplicación en diferentes procesos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer las diferentes definiciones de biotecnología en las diversas ramas</li><li>• Efectuar investigación bibliográfica de los diversos productos y procesos biotecnológicos.</li><li>• Establecer los diferentes campos de aplicación de la biotecnología.</li><li>• Realizar grupos de trabajo para discutir la aplicación de la biotecnología.</li></ul>

### Unidad 2: Sistema de cultivo

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"><li>• Se establecerá la importancia del cultivo de organismos marinos y se relacionará con la obtención de productos de interés bioquímico y los procesos para su obtención.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se efectuará la investigación bibliográfica de los diferentes sistemas de cultivo marino.</li><li>• Se determinará mediante la investigación bibliográfica las características y condiciones de funcionamiento de los sistemas de cultivo</li><li>• Se realizará la visita a sitios en donde se esté efectuando el cultivo de organismos marinos.</li><li>• Se indicarán los resultados de las</li></ul>

	investigaciones mediante una presentación digital.
--	--

### Unidad 3.- Organismos con potencial biotecnológico

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se determinará la importancia de la utilización de sistemas de cultivo de organismos marinos y los diversos productos que se pueden obtener de ellos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se establecerán mediante la recopilación de la información, los organismos marinos que son de importancia económica en la región.</li> <li>Se realizará la determinación taxonómica de las diversas especies de organismos con potencial biotecnológico.</li> <li>Se determinará mediante investigación bibliográfica los productos o metabolitos a ser obtenidos de los organismos marinos.</li> <li>Se realizará una presentación con diapositivas con los resultados de las investigaciones efectuadas.</li> </ul>

### Unidad 4.- Macromoléculas y Metabolitos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se establecerá e identificara las características y la importancia de los diversos metabolitos, su presencia en los organismos marinos, las funciones y productos que se generan a partir de ellos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se efectuará la revisión bibliográfica de las características y funciones de las biomoléculas orgánicas.</li> <li>Se establecerá mediante la investigación pertinente, la presencia y función de las diversas biomoléculas en los organismos marinos.</li> <li>Se elaborara un resumen con las propiedades de las biomoléculas así como de su función biológica.</li> <li>Se realizará una presentación digital con la información de las biomoléculas y sus funciones en los organismos marinos.</li> </ul>

### Unidad 5 Procesos Biotecnológicos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se conocerán las características, la función y la importancia de los procesos biotecnológicos que se desarrollan en el medio marino y la aplicación de estos en los procesos de cultivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se efectuara la revisión bibliográfica para determinar las características, funciones y aplicación de los procesos biotecnológicos más utilizados.</li> <li>Se realizará una investigación de campo para conocer, documentar y corroborar el cómo se desarrolla en forma práctica los procesos biotecnológicos.</li> <li>Se elaborará un resumen con los resultados de la aplicación de los</li> </ul>

	<p>diversos procesos biotecnológicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se efectuará una presentación digital con la información pertinente de los procesos biotecnológicos.</li> </ul>
--	--

## 11. FUENTE DE INFORMACION

- An Introduction to Practical Biochemistry. Plummer, D.T. 1987 McGraw-Hill.
- Biotechnology of antibiotics. Strohl, W.R. (2ª ed.). Marcel and Dekker.
- Biotecnología ambiental. Castillo Rodríguez, F. Editorial Tébar, 2002.
- Biotecnología y medioambiente. Marín, I., Sanz, J.L. y Amils, R. Editorial Ephemera, 2005.
- Environmental Biology of Fishes .Jobling, M. 1995.. Chapman and Hall. London. 455 pp.
- Fisiología animal adaptación y ambiente. Schmidt-Nielsen, K. 1976. Omega, Barcelona. 499.
- Fisiología animal mecanismos y adaptación. Eckert, R. D. Randall y R. Augustine. 1989. Interamericana. McGraw Hill. 650 pp.
- Fisiología animal principios y adaptaciones. Malcom, G. 1985.México C.E.C.S.A. 480 pp.
- Gel Electrophoresis of Proteins. Hames, B.D y Rickwood, D. 1990.IRL Press.
- La biotecnología aplicada a la agricultura. Casal, I., García, López, J.L., GuisánJ.M. y Martínez Zapater, J.M. Editado por Eumedia, 2000.
- Manual de Biotecnología de las enzimas. A. Wiseman. Acribia. 1985.
- Marine fish culture. Tucker, J.W. Jr. 1998. Kluwer Academic Publishers.
- Marine Natural products as a source of novel pharamacological agents. Carté, B. 1995. Current Opinion in Biotechnology, 4: 275-279.
- Microalgal biotechnology. Borowitzka, M.A. y L. Borowitzka.1988. Cambridge Univ. Press.
- Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology. A. N. Glazer y H. Nikaido. Freeman and Company. 1999.
- Molecular Biotechnology. Principles and applications of recombinant DNA. (3ª ed.)Glick y Pasternak. 2003. ASM Press.
- New Dimensions in natural products research: cultured marine microorganisms. Davidson, B. 1996. Current Opinion in Biotechnology, 6: 284-291.
- New pharmaceuticals from marine organisms. Trends in Biotechnology. Fenical, W. 1997. 15; 339-342.
- Principles of aquaculture. Stickney, R.R. 1994. John Wiley and Sons, N.Y.
- Protein Purification Applications. Harris, E.L.V. y Angal, S. 1989 IRL Press.
- Protein Purification Methods. Harris, E.L.V. y Angal, S. 1989 IRL Press.
- Reproduction and development of Marine Invertebrates. Wilson W. H. Shinn G. L. and Stricker S. A. (editors) 1994.Johns Hopkins UniversityPress. 336 pp.
- Técnicas de Bioquímica y Biología Molecular. Freifelder, D. 1982. Reverté.
- Técnicas Instrumentales de Análisis en Bioquímica. García Segura J.M. 1999. Editorial Síntesis.
- The biology of Crustacea. Vernberg, F.J. and W.B. Vernberg. 1983. Vol. 8: Environmental Adaptations. Academic Press. New York. 386 pp.

## **12. PRACTICAS PROPUESTAS**

Las prácticas propuestas en el presente programa no son únicas para el desarrollo de actividades en la asignatura. Cualquier práctica de las cubiertas en el programa podrá ser sustituida por otra en la medida que los objetivos educacionales de la misma queden cumplidos.

- Medida de la actividad enzimática.
- Aislamiento de una enzima.
- Determinación cuantitativa de proteínas.
- Cinética enzimática en estado estacionario.
- Electroforesis de proteínas en geles de poliacrilamida.
- Cromatografía de exclusión molecular.
- Determinación y cuantificación de ácidos nucleicos.
- Electroforesis de ácidos nucleicos en geles de agarosa

### 3.5.- Retícula de la Carrera de Ingeniería Bioquímica con la Especialidad en Biotecnología Aplicada.

#### Ingeniería Bioquímica (Biotecnología Aplicada) IBQA-2010-207 (IBQE-BA-2012-02)

Fundamentos de Investigación 2-2-4 ACC-0906	Administración y Legislación de Empresas 3-0-3 BQF-1001	Cálculo Vectorial 3-2-5 ACF-0904	Programación y Métodos Numéricos 3-2-5 BQF-1020	Ingeniería Económica 3-0-3 BQF-1015	Operaciones Unitarias I 4-2-6 BQJ-1017	Taller de Investigación II 0-4-4 ACA-0910	Ingeniería de Proyectos 2-4-6 BQC-1014	Formulación y Evaluación de Proyectos 3-2-5 AEF-1029
Cálculo Diferencial 3-2-5 ACF-0901	Cálculo Integral 3-2-5 AMF-0902	Ecuaciones Diferenciales 3-2-5 ACF-905	Electromagnetismo 3-2-5 AEF-1020	Fenómenos de Transporte I 4-2-6 BQJ-1008	Fenómenos de Transporte II 4-2-6 BQJ-1009	Operaciones Unitarias III 4-2-6 BQJ-1019	Ingeniería de Procesos 3-2-5 BQF-1013	Biotecnología Vegetal 2-3-5 IBD-1209
Química 3-2-5 AEF-1057	Química Orgánica I 3-2-5 BQF-1022	Química Orgánica II 3-2-5 IQF-1023	Bioquímica 4-2-6 AEJ-1007	Bioquímica del Nitrógeno y Regulación Genética 4-2-6 BQJ-1004	Microbiología 2-4-6 AEM-1050	Operaciones Unitarias II 4-2-6 BQJ-1018	Biología Molecular 3-2-5 IBF-1206	Biotecnología de Recursos Marinos 3-2-5 IBF-1210
Taller de Ética 0-4-4 ACA-0907	Biología 3-2-5 AEF-1005	Termodinámica 3-2-5 AEF-1065	Balance de Materia y Energía 3-2-5 AEF-1004	Fisicoquímica 3-2-5 BQF-1011	Seguridad y Higiene 2-0-2 BQW-1034	Ingeniería de Biorreactores 3-2-5 BQF-1012	Biotecnología Enzimática 3-2-5 IBF-1207	
Comportamiento Organizacional 2-0-2 BQW-1005	Química Analítica 3-3-6 BQG-1021	Física 3-2-5 BQF-1010	Análisis Instrumental 3-2-5 BQF-1002	Desarrollo Sustentable 2-3-5 ACD-0908	Cinética Química y Biológica 3-2-5 BQF-1005	Ingeniería y Gestión Ambiental 3-2-5 BQF-1016	Biotecnología de Fermentaciones 2-3-5 IBD-1208	
Dibujo asistido por computadora 0-3-3 EAO-1012	Álgebra Lineal 3-2-5 ACF-0903	Estadística 3-2-5 BQF-1007	Aseguramiento de la Calidad 1-2-3 BQQ-1003	Instrumentación y Control 3-2-5 AEF-1039	Taller de Investigación I 0-4-4 ACA-0909	Actividades Complementarias 0-5-5	Servicio Social 0-10-10	Residencia Profesional 0-10-10
23	29	30	29	30	29	26	26	15

Es un requisito de titulación la comprensión de artículos técnicos-científicos de su área en una lengua extranjera.

Estructura Genérica	210
Residencia Profesional	10
Servicio Social	10
Otros	5
☐ Módulo de Especialidad	25
Total de créditos	260