**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**PLAN DE ESTUDIOS**

**LICENCIATURA EN BIOTECNOLOGIA**

**Aprobado por:**

Asamblea de Unidad Académica de la Escuela de Ciencias Biológicas

UNA-ECB-AUA-ORD-01-02-2016

Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

UNA-CO-FCEN-ACUE-478-2016

CONARE: OPES-04-2017 y CNR-106-2017

**Comisión:**

Carola B. Scholz

Javier Alvarado Mesén

Frank Solano Campos

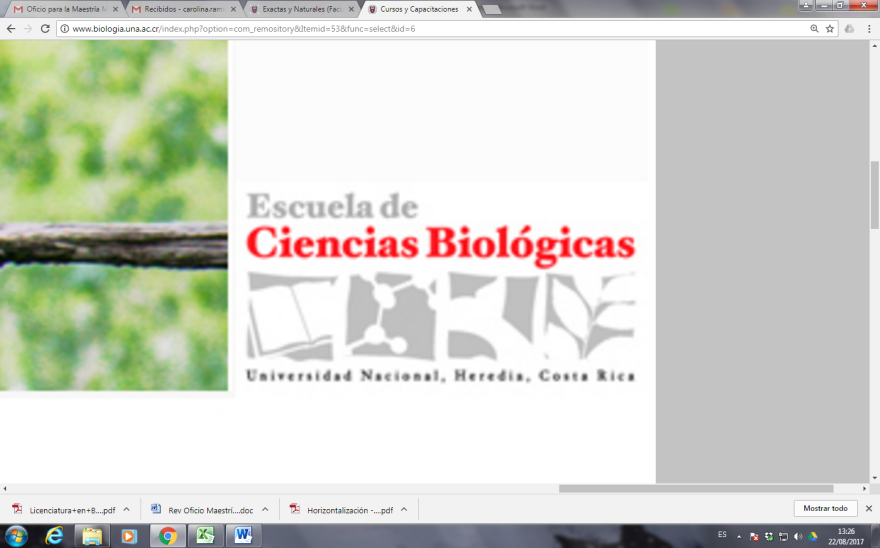
Narcy Villalobos Sandí

**Revisado por:**

M.Ed. Viviana Gómez Barrantes

M.Ed. Carolina Ramírez Herrera

*Proceso de Diseño e Innovación Curricular*



Heredia

Agosto, 2017

Tabla de Contenido

[INFORMACIÓN GENERAL 5](#_Toc491177430)

[JUSTIFICACIÓN: 7](#_Toc491177431)

[1.1. DIMENSIÓN EXTERNA 7](#_Toc491177432)

[1.1.1 Tendencias nacionales, regionales y mundiales de desarrollo en el área de conocimiento 7](#_Toc491177433)

[1.1.2 Identificación del aporte particular de la carrera 12](#_Toc491177434)

[1.1.3 Ofertas curriculares similares existentes en otras universidades 13](#_Toc491177435)

[1.1.4 Población meta para la oferta académica 18](#_Toc491177436)

[1.1.5 Características de la carrera para cubrir las necesidades de la población meta 19](#_Toc491177437)

[1.2 DIMENSIÓN INTERNA 20](#_Toc491177438)

[1.2.1 Identificación y caracterización de los actores e instancias participantes 20](#_Toc491177439)

[1.2.2 Relación que se establece entre la misión, visión institucional y la misión, visión y los objetivos de la unidad académica 21](#_Toc491177440)

[1.2.3 Madurez académica de los actores e instancias participantes en el desarrollo disciplinar 23](#_Toc491177441)

[1.2.4. Actividades académicas relacionadas con el área de estudio 24](#_Toc491177442)

[1.3 DIMENSIÓN ADMINISTRATIVA 27](#_Toc491177443)

[1.3.1. Administración curricular de la carrera. 27](#_Toc491177444)

[1.3.2. Capacidad instalada (instalaciones, biblioteca, laboratorios, fincas, estaciones, entre otros) 28](#_Toc491177445)

[1.3.3. Recursos tecnológicos 28](#_Toc491177446)

[1.3.4. Recursos bibliográficos físicos y digitales (Base de datos institucionales, Centro de Recursos Universidad Nacional, Bibliotecas Especializadas, Repositorios). 30](#_Toc491177447)

[1.3.5. Recursos Humanos 30](#_Toc491177448)

[2. FUNDAMENTACIÓN 33](#_Toc491177449)

[2.1. Objeto de estudio y finalidad del conocimiento 33](#_Toc491177450)

[2.1.1 Saberes que enriquecen el abordaje interdisciplinario del objeto de estudio 33](#_Toc491177451)

[2.2. ÁREAS DISCIPLINARIAS 35](#_Toc491177452)

[2.3. EJES CURRICULARES 40](#_Toc491177453)

[2.4 EJES TRANSVERSALES INSTITUCIONALES 42](#_Toc491177454)

[2.5. ESTRATEGIA METODOLÓGICA, PEDAGÓGICA Y EVALUATIVA 43](#_Toc491177455)

[2.5.1 Enfoque metodológico 43](#_Toc491177456)

[2.5.2 Principios pedagógicos. Relación de los principios pedagógicos con el Modelo Pedagógico de la UNA 44](#_Toc491177457)

[2.5.3 Principios de evaluación del proceso de enseñanza – aprendizaje. Relación de la evaluación con el modelo pedagógico institucional 45](#_Toc491177458)

[2.5.4 Evaluación del plan de estudios 46](#_Toc491177459)

[3. PERFIL DE LA PERSONA GRADUADA 47](#_Toc491177460)

[3.1. Perfil ocupacional: espacios laborales en los que se podrán desempeñar las personas graduadas 47](#_Toc491177461)

[3.2. Perfil profesional del graduado (competencias o saberes: conceptual, procedimental) 48](#_Toc491177462)

[3.3 Perfil Actitudinal del graduado 50](#_Toc491177463)

[. 50](#_Toc491177464)

[4. OBJETIVOS DEL PLAN DE ESTUDIOS 50](#_Toc491177465)

[4.1 Objetivo General 50](#_Toc491177466)

[4.2. Objetivos Específicos 50](#_Toc491177467)

[5. MALLA CURRICULAR 51](#_Toc491177468)

[6. ESTRUCTURA CURRICULAR 52](#_Toc491177469)

[7. DESCRIPTORES DE LOS CURSOS 54](#_Toc491177470)

[7.1 CURSOS OBLIGATORIOS 54](#_Toc491177471)

[7.2 CURSOS OPTATIVOS 67](#_Toc491177472)

[8. REQUISITOS, CORREQUISITOS Y TIPOS DE LABORATORIO 95](#_Toc491177473)

[9. REQUISITOS DE INGRESO A LA CARRERA 96](#_Toc491177474)

[10. REQUISITOS DE GRADUACIÓN: 96](#_Toc491177475)

[11. GRADO Y TITULO A OTORGAR 97](#_Toc491177476)

[12. FINANCIAMIENTO 97](#_Toc491177477)

[12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 98](#_Toc491177478)

## INFORMACIÓN GENERAL

**Institución:**  Universidad Nacional

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Escuela de Ciencias Biológicas

Teléfono 2277-3324

Apartado 86-3000 Heredia, Costa Rica.

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre del plan de estudios:** | Licenciatura en Biotecnología |
| **Grado académico**: | Licenciatura |
| **Modalidad:** | Presencial |
| **Población meta:** | Profesionales con grado de Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología. |
| **Requisitos de ingreso**: | Título de Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología. |
| **Duración**: | Dos ciclos de 17 semanas, para una duración total de un año |
| Nombre del título que otorga: | Licenciatura en Biotecnología |
| Número total de créditos: | 36 |

**LISTA DE ABREVIATURAS**

|  |  |
| --- | --- |
| **Sigla** | **Nombre** |
| CINDE | Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo |
| CONARE | Consejo Nacional de Rectores |
| ECB | Escuela de Ciencias Biológicas |
| FCEN | Facultad de Ciencias Exactas y Naturales |
| I+D | Investigación y Desarrollo |
| ITCR | Instituto Tecnológico de Costa Rica |
| MICITT | Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones |
| OCDE | Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico |
| PNCTI | Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación |
| SINAES | Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior |
| UCR | Universidad de Costa Rica |
| UNA | Universidad Nacional de Costa Rica |

## JUSTIFICACIÓN:

## 1.1. DIMENSIÓN EXTERNA

### Tendencias nacionales, regionales y mundiales de desarrollo en el área de conocimiento

En 1976 el empresario Robert A. Swanson, y el bioquímico Dr. Herbert W. Boyer, fundaron la empresa llamada Genentech Inc., en San Francisco California. Esta es conocida como la primera empresa biotecnológica cuyo éxito dio paso al nacimiento de la industria biotecnológica tal y como hoy se conoce (Thieman y Palladino, 2010). La importancia de esto es que su génesis fue la confluencia comercial de los intereses de un científico y un empresario emprendedor.

A nivel mundial los primeros avances de la Biotecnología moderna tuvieron sus etapas pre-conceptivas en las principales universidades norteamericanas y europeas. Con la modificación de la Ley de Patentes de los Estados Unidos en 1982 (Acta Bayh-Doyle) se facilitó el patentado en las universidades y los institutos, lo que significó un impulso para el crecimiento en la investigación y el desarrollo de las denominadas nuevas tecnologías (Bisang, Campi, y Cesa, 2009).

Actualmente la Biotecnología constituye una industria global con cientos de productos y servicios en el mercado (Thieman y Palladino, 2010). Para tener referencia de ello, por ejemplo en el 2014, toda la biotecnología tuvo una capitalización de mercado de más de 1 trillón de dólares en todo el mundo y contribuyó en una gran cantidad de campos (EY, 2015), entre los que se incluye: la Biotecnología farmacéutica (enzimas, anticuerpos, vacunas y hormonas entre otros), la Biotecnología agrícola (plantas transgénicas resistentes a plagas y a condiciones extremas, alimentos con mayor contenido proteico o vitamínico, entre otras), la Biotecnología animal (uso de animales como biorreactores para producción de proteínas de interés, tales como anticuerpos, animales transgénicos que expresen proteínas terapéuticas o de interés industrial, así como animales knockout, que permitan identificar la función de un gen en particular), la Biotecnología médica (producción de proteínas y fármacos de interés médico, diagnóstico de enfermedades y diseño de medicamentos personalizados), y la biorremediación (para procesar y degradar sustancias que contribuyen a la contaminación del medio ambiente) (Thieman y Palladino, 2010; EY, 2015).

A nivel mundial Estados Unidos es el país líder en el campo biotecnológico, seguido por la Unión Europea, Australia y Canadá (EY, 2015). Según estudios, la inversión en investigación y desarrollo que haga un país o región al campo biotecnológico está relacionada directamente con la obtención de ingresos económicos en este campo (Thieman y Palladino, 2010). Así, por ejemplo, en el 2014, Estados Unidos invirtió en investigación y desarrollo, 28 831 millones de dólares, seguido por la Unión Europea, con 5 576 millones de dólares, Australia con 681 millones y Canadá con 299 millones de dólares (EY, 2015). A su vez, los ingresos respectivos para cada uno de estos actores, en millones de dólares, fueron respectivamente de 93 050, 23 992, 5 794 y 260 (EY, 2015).

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE 2009) en su informe “The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda”, la importancia de la biotecnología a nivel global, regional y de cada país, es la clave para la supervivencia de la humanidad; según el informe, para el año 2030, la población mundial será de 8300 millones de personas, la cual demandará que se deban de producir alimentos, medicamentos, combustible y otra serie de productos, a una velocidad como nunca se ha hecho en la historia de la humanidad, lo cual solo puede ser logrado por medio de la biotecnología. A la vez que la biotecnología debe de contribuir a resolver problemas globales como el calentamiento global, la degradación de los ecosistemas, la contaminación del agua, aire y suelo, las complicaciones sanitarios y otra serie de problemas asociados al incremento poblacional.

Sin embargo, según la OCDE (2009) en su capítulo “The Bioeconomy to 2015” actualmente la biotecnología o la tendencia de esta está centrada en investigación y desarrollo de tecnologías, aplicaciones y productos principalmente en las áreas de: tecnologías de secuenciación; tecnologías o aplicaciones en la producción primaria como plantaciones agrícolas, plantaciones forestales, diagnostico fitológico, producción animal y granjas animales, diagnóstico y terapia animal; aplicaciones oceánicas y marinas; aplicaciones en la salud relacionadas con diagnóstico, terapia, biofarmacéutica y farmacogenómica; alimentos funcionales y nutriceuticos; aispositivos biomédicos; aplicaciones biotecnológicas en la industria enfocado en la producción de químicos, biomateriales y enzimas industriales; aplicaciones ambientales enfocadas en la biorremediación y el diseño de biosensores; biotecnología para la extracción de recursos enfocada en biorrefinerías, biocombustibles. Las mismas se integran para formar una Bioeconomía, y de acuerdo con la OCDE (2009) esta se define como “…un escenario donde la biotecnología contribuye a una parte significativa de la producción económica mundial”, siempre teniendo en cuenta que: 1) si bien una bioeconomía puede ser local, su impacto es global, 2) se basa en los principios de desarrollo sostenibles y sostenibilidad ambiental. A su vez, la bioeconomía incluye tres elementos principales: 1) El conocimiento biotecnológico, 2) recursos renovables y 3) integración entre las aplicaciones (OCDE, 2009).

Respecto a Latinoamérica, según Bota (2003) el impacto de la biotecnología no ha excluido a esta región, ya que según el autor en su trabajo “El impacto de la biotecnología en américa latina. Espacios de participación social” la misma ha tenido impactos positivos y negativos según la percepción de las poblaciones de cada país, ya que bajo este planteamiento, en América Latina se han dado discusiones relacionadas con la biotecnología y la biodiversidad en relación al material biológico, el conflicto biotecnología agrícola vs biodiversidad y los transgénicos, que en la mayoría de los casos termina en la aplicación de estas tecnologías. Por su parte biotecnologías como las biofábricas no han tenido este tipo de discusiones.

Por lo tanto, en Latinoamérica la aplicación de biotecnologías ha llevado a la generación de espacios de participación social, en los cuales se discute sobre Biotecnología-Investigación-Industria-Biodiversidad-Sociedad, y en los cuales las universidades y centros de investigación han tenido un rol fundamental; ejemplo de esto son las comisiones de bioseguridad, que según Bota (2003) los países latinoamericanos que poseen comisiones en este tema (Brasil, Chile, Argentina, Bolivia, Perú, Venezuela, Colombia, Panamá y Costa Rica) están integradas por representantes gubernamentales y por algún académico, aceptando, teóricamente, la participación de sujetos externos al comité.

A nivel nacional, Costa Rica ha desarrollado también una infraestructura y marco legal para el desarrollo de la Biotecnología, lo cual ha permitido el establecimiento de compañías con altos estándares de regularización que proveen al mercado local, regional e internacional. La mayoría de estas compañías son transnacionales. Solo en el 2012 las exportaciones del sector de Ciencias de la Vida, incluyendo las áreas relacionadas con la Biotecnología, representaban 24% de las exportaciones totales de Costa Rica, más de la mitad eran productos de alta tecnología. El sector de Dispositivos y Equipos Médicos fue número uno, representando 56% de las exportaciones, seguido del sector alimenticio (19%), farmacéutico (9%) y productos ornamentales (5%) (CINDE, 2013). Toda esta exportación correspondiente a empresas transnacionales.

En cuanto a empresas biotecnológicas de capital nacional, son pocas las que han surgido, quizás por la falta de experiencia o por lo complejo que resulta en el país el trámite a la hora de abrir un negocio innovador o para adquirir un crédito bancario para el sector investigación y desarrollo (I+D). Entre las empresas biotecnológicas nacionales se puede mencionar a: Energías Biodegradables S.A. (<http://energiasbiodegradables.com/>); Chemtica International S.A. ([www.chemtica.com/](http://www.chemtica.com/)) y Bio-Soluciones S.A. (<http://www.bio-soluciones.com/>), además de los emprendimientos empresariales que se encuentran en el cuadro Nº 1. (Arguedas y Mora, 2014)

**Cuadro Nº1 Licenciatura en Biotecnología**

**Emprendimientos empresariales costarricenses relacionados con la biotecnología**

|  |  |
| --- | --- |
| Empresa/Proyecto | Producto/Servicio |
| Indromics Bioinformatics\* | Lectura y análisis de datos biológicos, especialmente de genomas de cualquier organismo. |
| Nutraceúticos | Desarrollo de jugo de noni con propiedades nutracéuticas |
| Hemoderivados ICP\* | Productos derivados del plasma humano para uso terapéutico |
| Smoothies | Desarrollo de jugo y concentrado de ácido elágico de mora, con alto contenido de antioxidantes. |
| REUTIPIÑA | Alternativas limpias para el aprovechamiento de biomasa de la industria piñera, obtención de bromelina y sus derivados. |
| Biorgánica | Productos de limpieza y desinfección bioseguros y 100% naturales. |
| Biotech | Biocontroladores, ensayos de cultivo y diagnósticos fitopatológicos. |
| Biagro S.A | Estimuladores del crecimiento vegetal, insecticidas y fungicidas biológicos. |
| RIMAC S.A | Desarrollo de bio- insecticidas para el control de plagas.  Desarrollo de bio-insecticida para el control de zompopas. |
| Agrícola Piscis S.A. | Feromonas como control biológico de plagas en cultivos. |
| LutzeinInnovations S.A | Gel oral pediátrico con extractos de plantas medicinales para la prevención de la fluorosis en infantes, |

Fuente: elaboración propia a partir de información obtenida de PROINNOVA, Auge, UNA Incuba y CIE-TEC

\*Proyectos ya finalizados

El Gobierno, representado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), al visualizar la oportunidad de desarrollo económico y social que representa la Biotecnología para el país, ha incluido a esta disciplina dentro del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2011-2014 (MICITT, 2011). En dicho plan se hace mención a la Biotecnología:

La inversión en este sector potenciará importantes oportunidades de desarrollo, entre las que resaltan: el reconocimiento internacional del valor estratégico de la biodiversidad para el desarrollo sostenible, así como el hecho de que ya se cuenta con un polo de desarrollo en agroindustria que con su fortalecimiento, la puede transformar en una eficaz palanca de desarrollo” y continúa afirmando: “El alto potencial de este sector, justifica la instalación de un parque biotecnológico regional que genere nuevas herramientas a la economía nacional para afrontar desafíos globales como el cambio climático, la eficiencia energética y la seguridad en los alimentos (p.41).

Por su parte, el Plan Nacional de la Educación Superior Universitaria Estatal 2011-2015 (CONARE, 2011), define en su Eje 1: Pertinencia e impacto como

…al papel que la educación superior universitaria estatal desempeña en la sociedad y lo que ésta espera de aquélla; se refiere a la capacidad de las instituciones para responder en forma innovadora, tanto a las demandas y necesidades del país como a las tendencias globales, con diversas perspectivas, instrumentos y modalidades (p.12).

Si bien la Biotecnología ha tenido un desarrollo importante a nivel global, a nivel de país aún falta mucho por hacer. Dados los avances científicos diarios relacionados a esta ciencia, se puede catalogar a la Biotecnología como un área emergente, tanto a nivel nacional como internacional, por lo que se requerirá cada día de más profesionales con niveles académicos acordes a la exigencia a nivel de bachillerato, licenciatura y posgrado.

Y es que, según Arguedas y Mora (2014), la biotecnología en Costa Rica, actualmente representa un sector emergente en la economía nacional, del cual específicamente la llamada biotecnología verde y blanca (así como sus productos y servicios) son las que han tenido mayor desarrollo en el país y las que reúnen a la mayoría de las empresas y centros de investigación, junto con el mayor potencial para los mercados extranjeros. Además, mencionan que el país puede y debe crecer en las otras ramas de la biotecnología. Por su parte, se plantean como retos para la biotecnología en el Costa Rica que: 1) El estado y las empresas deben generar más recursos para el emprendimiento biotecnológico, ya sea por medio de créditos, fondos públicos y capitales angel; 2) El estado debe de atraer más empresas que realicen I+D en el país; 3) Fomentar la investigación aplicada a lo interno de las universidades y centros de investigación; 4) Generar alianzas Estado-Universidad-Industria para el desarrollo de la biotecnología; 5) Incentivar, capacitar y facilitar, tanto a nivel empresarial como en los centros de investigación, el empleo de los medios para la protección de la propiedad intelectual (Arguedas y Mora 2014).

Es por esto, que el estado por medio del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones con su Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021 (PNCTI), con miras hacia una economía basada en el conocimiento, propone que, la biotecnología es una de las áreas de investigación y desarrollo que el país debe de desarrollar para lograr una competitividad económica y desarrollo socioeconómico del siglo XXI, a la vez que ayuda en la solución de los problemas socioeconómicos y socio ambientales que enfrenta el país (MICITT, 2015).

En el marco descrito, la Escuela de Ciencias Biológicas de la UNA propone un plan de estudio fundamentado en el construccionismo dialéctico con un modelo de formación profesional hermenéutico-reflexivo que permite la formación de un profesional en biotecnología capaz de enfrentar con creatividad y dar solución a situaciones imprevisibles que exigen a menudo resoluciones inmediatas y contextualizadas para hacer frente a las demandas actuales de desarrollo científico.

### Identificación del aporte particular de la carrera

Mediante la biotecnología, se pueden generar alimentos más saludables, mejores medicamentos, materiales más resistentes o menos contaminantes, cultivos más productivos, fuentes de energía renovables e incluso sistemas para eliminar la contaminación. Un ejemplo de ello es que por medio de la biotecnología se sintetizan y elaboran compuestos utilizando reacciones biológicas por medio de enzimas y microorganismos, en lugar de reacciones químicas. Tal es el caso la síntesis del ácido adípico (precursor del nailon) a través de reacciones en las que participan microorganismos.

En síntesis la Biotecnología es un campo científico multidisciplinario que está llamado a resolver problemas ambientales, agrícolas, industriales, de salud y muchos otros más a los cuales la sociedad actual no puede evadir. Por lo tanto, Costa Rica está urgido de formar profesionales en el campo biotecnológico de alto nivel que puedan dar respuesta a estos problemas y que contribuyan al desarrollo científico-tecnológico, el cual repercutirá directamente en el desarrollo económico y el bienestar de la sociedad.

Estos profesionales requieren ejercer sin problemas legales su profesión, por lo que deben cumplir con lo estipulado en la legislación costarricense vigente, específicamente lo establecido en el artículo 40 de la Ley General de Salud estipula lo siguiente: "ARTÍCULO 40. -Se considerarán profesionales en Ciencias de la Salud quienes ostenten el grado académico de Licenciatura o uno superior en las siguientes especialidades..." (La Gaceta, 2004). Por su parte, la ley orgánica del Colegio de Biólogos de Costa Rica, en su artículo 36 indica: "ARTICULO 36-. Sólo los profesionales incorporados a este Colegio, con un grado superior al de bachiller, debidamente autorizados para el ejercicio de la profesión, están legalmente facultados para emitir y suscribir dictámenes de cualquier clase, ligados a la ciencia de la biología..."(Citado en SCIJ, 2016).

De ahí que el principal aporte de la licenciatura en Biotecnología de la UNA es el formar profesionales con una visión ética y holística, conscientes de la importancia de su desempeño en los diferentes campos para el desarrollo socioeconómico del país.

### Ofertas curriculares similares existentes en otras universidades

Tal y como se muestra en el cuadro 2, únicamente dos universidades públicas tienen en su oferta dos licenciaturas relacionadas con el campo de la biotecnología. El Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) inició con este plan en el 2011 con el objetivo de formar profesionales con excelencia y dominio en el área de procesos industriales que involucren sistemas biológicos, capaces de asumir mandos gerenciales y especializados en realizar investigación; con una gestión sostenible de los recursos naturales.

Dada la demanda de esta licenciatura, se da prioridad a los graduados de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología con grado de bachiller, lo que conlleva a que estudiantes de la Universidad Nacional (UNA) o de la Universidad de Costa Rica (UCR) vean reducida su posibilidad de ingresar a este plan de estudios.

Por su parte la oferta de la UCR se orienta únicamente a la genética molecular y a la biotecnología ambiental, lo que la hace poco atractiva desde un punto de vista de la multidisciplinariedad de la Biotecnología y delimita la formación únicamente a la parte ambiental y a la genética.

**Cuadro Nº 2. Licenciatura en Biotecnología**

**Oferta de los planes de estudio relacionados con la biotecnología en Costa Rica**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nombre de la carrera** | **Universidad** | **Tipo de Universidad** | **Grado académico** | **Características generales** |
| Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología | Instituto Tecnológico de Costa Rica | Pública | Licenciatura | Forma profesionales en el área gerencial y de calidad de los procesos biotecnológicos así como el manejo de células para obtener productos de ellas. |
| Licenciatura en Biología con énfasis en Biología Molecular y Biotecnología | Universidad de Costa Rica | Pública | Licenciatura | Forma profesionales en el área de la genética tanto a nivel molecular como de poblaciones así como da fundamentos en la administración de laboratorio de genética y biotecnología |

**Fuente:** Tomado de planes de estudio de las universidades consultadas, 2016.

A nivel internacional la tendencia es formar biotecnólogos que puedan aplicar su conocimiento en biotecnología para solucionar nuevos problemas usando herramientas como la bioinformática e investigar en campos modernos como la genómica funcional, enfatizando en las implicaciones legales, sociales y éticas de esta disciplina.

**Cuadro Nº 3. Licenciatura en Biotecnología**

**Oferta de los planes de estudio relacionados con la biotecnología a nivel internacional**

| **Nombre de la carrera** | **Universidad** | **Tipo de Universidad** | **Grado académico** | **Características generales** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Biotecnología | Universidad Nacional de Quilmes, Argentina | Pública | Licenciatura | Tiene como objetivo la formación de profesionales dedicados a la producción de bienes y servicios, con una fuerte formación en Biología Molecular y en los Bioprocesos. La interdisciplina, que es otra característica de la Biotecnología, lo es también de los profesionales que se forman en la UNQ, quienes, combinando conocimientos de química, biología, matemáticas, ingeniería, economía, derecho y ética, llegan a adquirir una formación integral y responsable. |
| Biotecnología Genómica | Universidad Autónoma de Nuevo León, México | Pública | Licenciatura | El Licenciado en Biotecnología Genómica está altamente calificado en la elección y validación de diagnósticos moleculares útiles para el desarrollo de procesos y productos en las áreas de salud, agrícolas, pecuarias, acuícolas, industriales y ambientales, así como en la innovación y aplicación de estrategias de detección, modificación y selección de genomas a través del desarrollo de investigación básica y aplicada, con el fin de desarrollar productos, procesos y servicios biotecnológicos de calidad total, respetando la multiculturalidad en la diversidad social de la población, promoviendo el respeto a la naturaleza y el desarrollo sustentable en un entorno global, aplicando sus capacidades para servir a la sociedad con excelencia y liderazgo. |
| Biotecnología | Universidad ORT, Uruguay | Privada | Licenciatura | La Licenciatura en Biotecnología forma profesionales que evalúan, desarrollan y mejoran procesos de producción en diferentes industrias. Esta carrera promueve la investigación a través del trabajo final de grado, permitiendo continuar con estudios de postgrado a nivel nacional o internacional. Los estudiantes tienen acceso a equipos de última generación desde el primer año. Adquiriendo la destreza y expertis que necesitan los mercados. Aprendizaje integrando áreas como: Ingeniería genética, agrobiotecnologías o bioinformática. |
| Biotecnología | Universidad Politécnica de Valencia, España | Pública | Licenciatura | El licenciado en biotecnología es un especialista en aplicaciones de la biología. Partiendo de asignaturas básicas de Biología Molecular, Genética, Fisiología y Microbiología, se profundizan posteriormente en las técnicas y los enfoques específicos de la biotecnología contemporánea, la ingeniería de procesos y los aspectos económicos, sociales y legales de éstas. |
| Biotecnología | Universidad Nacional de Australia | Pública | Maestría | La Maestría en Biotecnología es un programa de posgrado que ofrece una vía para titulados en ciencias con conocimientos básicos en bioquímica, biología molecular y química para adquirir nuevos conocimientos, o ampliar y actualizar sus conocimientos teóricos y prácticos de la biotecnología moderna. A lo largo del programa, los estudiantes tienen muchas oportunidades para interactuar con los científicos que están avanzando la investigación en áreas de la bioquímica y la biología molecular en las ciencias biomédicas, animales y vegetales. |
| Biotecnología | Universidad de Buenos Aires, Argentina | Pública | Maestría | Proporcionar una formación académica profesional de alto nivel para el desempeño en la investigación, la docencia y el desarrollo productivo, así como para el análisis de los aspectos tecnológicos, económicos, sociales y jurídicos requeridos en el diseño y evaluación de políticas.  Proveer al sector económico y científico-técnico de recursos humanos especializados en el manejo técnico de las disciplinas de la biotecnología. Realimentar el sistema universitario y científico-técnico con docentes, investigadores y técnicos reactualizados y reorientados en el campo de las disciplinas básicas de la biotecnología. |
| Biotecnología | Universidad de Wageningen, Países Bajos | Pública | Maestría | Un Máster en Ciencias en Biotecnología es un experto en un grupo de disciplinas y tiene que tener suficiente conocimiento y habilidades en otras disciplinas para cooperar con los expertos de otras disciplinas. Por lo tanto, los estudiantes se especializan en la Maestría y aprenden a resolver problemas complejos biotecnológicos en un equipo multidisciplinario. |
| Ingeniería en Procesos Biotecnológicos | Universidad San Francisco de Quito, Ecuador | Pública | Licenciatura | La carrera de Ingeniería en Procesos Biotecnológicos de la USFQ tiene como misión el formar profesionales de alta calidad académica, técnica y humana, con espíritu emprendedor, capaces de liderar proyectos de investigación, desarrollo tecnológico y empresarial que contribuyan al desarrollo armónico del país, a la conservación de su biodiversidad y a un manejo ambiental responsable. |
| Ingeniería en Biotecnología | Universidad de Las Américas; Quito, Ecuador | Privada | Licenciatura | Formar profesionales competentes en bioprocesos y métodos biotecnológicos. Capaz de investigar, diseñar y aplicar tecnologías en áreas como: microorganismos, animales, vegetales, humanos y ambiente; a través de técnicas genéticas, moleculares y celulares, con firmes bases en la excelencia, visión global y compromiso social. |
| Biotecnología | Universidad Nacional de San Martín, Argentina | Privada | Licenciatura | Formar graduados universitarios con sólida base en ciencias biológicas y con un fuerte conocimiento en técnicas de biología molecular y ADN recombinante con el fin de llevar a cabo proyectos biotecnológicos. |
| Ingeniería en Biotecnología Molecular | Universidad de Chile, Chile | Pública | Licenciatura | Carrera dirigida a jóvenes con un alto interés por una disciplina rigurosa y exigente en lo científico. Su objetivo es preparar un profesional capaz de integrar conocimientos básicos con la problemática de la biotecnología, y así insertar la ciencia en los aspectos productivos. Sus áreas de desarrollo se ubican en la biotecnología ambiental e industrial; biotecnología en minería y recursos marinos. |

**Fuente:** Tomado de las páginas Web de las universidades consultadas, 2016.

Esta licenciatura pretende abarcar a través de la oferta de cursos con temas de la Biotecnología, un amplio espectro de esta ciencia donde se refleje la multidisciplinariedad que caracteriza este campo del conocimiento científico, para resolver problemas ambientales, agrícolas, industriales, de salud, entre otros. Además la investigación es un componente fuerte en esta licenciatura con el fin de formar profesionales que puedan dar respuestas contextualizadas a las demandas del mercado nacional. Por otra parte la sociedad exige un profesional que además de tener una sólida formación en el campo específico, cuente con las herramientas, las competencias y las habilidades necesarias para su aplicación en el entorno laboral y profesional.

### Población meta para la oferta académica

De acuerdo con la naturaleza esencialmente inter y multidisciplinar de la biotecnología, esta licenciatura tiene como objetivo la formación de profesionales provenientes de las Ciencias Biológicas. Los destinatarios de la licenciatura son profesionales con Bachillerato en Biología con Énfasis en Biotecnología, es deseable que los postulantes cuenten con las siguientes características:

**Conocimientos**

1. Conocimientos en el área de la biología molecular, biología de microorganismos, física y bioquímica.

**Actitudes y valores**

1. Compromiso por el desarrollo socioeconomico sustentable.
2. Afinidad hacia la solución de problemas de manera multidisciplinaria.
3. Visionario.
4. Lider.
5. Proactivo.

**Intereses**

1. Por la investigación científica aplicada.
2. Por generar riqueza económica a partir del conocimiento.
3. Por generar nuevas tecnologías biológicas.
4. La solución de problemas en el área de su especialidad.

**Habilidades**

1. Razonamiento critico, lógico y matemático.
2. Autogestión y trabajo colaborativo.
3. Comunicación asertiva.
4. Aptitud para el trabajo de laboratorio y campo.
5. Participativo y empático.

**Capacidades**

1. Análisis para dar solución a problemas científico y tecnológico.
2. Autocritica.
3. Creatividad e iniciativa para adaptarse al trabajo interdisciplinario.

### Características de la carrera para cubrir las necesidades de la población meta

El objeto de esta Licenciatura en Biotecnología es formar profesionales capacitados para atender las necesidades del empleador o emprendedor en la utilización de biotecnología para generar riqueza o conocimiento.

Para cubrir las necesidades de la población meta, la oferta académica promueve competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales que permitirán a la persona graduada responder a las necesidades y demandas institucionales, empresariales y sociales específicas de la biotecnología a nivel nacional e internacional. En este sentido, entre las principales características de la oferta académica se encuentra una formación en las siguientes áreas: administrativa, legal, de emprendimiento, así como la Biotecnología industrial, marina, médica, agrícola y ambiental.

## 1.2 DIMENSIÓN INTERNA

### 1.2.1 Identificación y caracterización de los actores e instancias participantes

La Facultad de Ciencias Exactas (FCEN), tiene una larga trayectoria y experiencia en la formación de profesionales en el área de las ciencias, lo cual ha contribuido desde hace varias décadas con el desarrollo científico del país. En cada una de las carreras ofrecidas por esta facultad, se incentiva la utilización de la ciencia y la tecnología en favor del desarrollo sostenible y la paz, para dar al país la posibilidad de construir sus propias bases de conocimientos fundamentadas en los principios de libertad de expresión, acceso universal a la información y el conocimiento, promoción de la diversidad cultural e igualdad de acceso a una educación de calidad.

Así mismo la Escuela de Ciencias Biológicas viene formando profesionales en el campo de la biología desde 1980. Esta unidad nace con la creación de dos carreras: Biología Tropical y Biología Marina. Posteriormente ambas carreras son fusionadas para dar origen a los énfasis de Biología Tropical y de Biología Marina y se suma el énfasis de Biotecnología. Para el énfasis de Biología Tropical y de Biología Marina se plasmó una licenciatura relacionada con el manejo de los recursos en cada área específica.

Actualmente se ofrece a la comunidad nacional el plan de estudios de Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología, el cual recientemente fue acreditado por el Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES). Este plan tiene una formación integral básica de un biólogo con algunos elementos importantes para el manejo de los organismos con el fin de obtener un fin para la sociedad. Sin embargo, debido al gran desarrollo que ha tenido la biotecnología dentro de la Escuela de Ciencias Biológicas y la sociedad costarricense y mundial, se ve la necesidad de elaborar el plan de estudios correspondiente a la licenciatura en esta línea.

De acuerdo con los resultados obtenidos durante el proceso de autoevaluación con fines de acreditación, se vio la necesidad en los estudiantes y empleadores, de que los egresados del plan de bachillerato de Biología con énfasis en Biotecnología, tuvieran una licenciatura en donde pudieran completar su formación y ser profesionales más competitivos a nivel laboral. Es por esta razón que surge la necesidad, en el marco de la acreditación, de crear un plan de estudios en esta área que contribuya con esta necesidad a nivel nacional.

Como soporte para este plan de estudios, la ECB cuenta con diversos proyectos de investigación en los que los estudiantes pueden incorporarse para complementar su formación profesional en el campo específico de la biotecnología o para la realización del trabajo final de investigación. Los profesores que imparten clases en dicho énfasis, cuentan con un laboratorio de investigación, proyectos y otras actividades propias de la unidad.

### 1.2.2 Relación que se establece entre la misión, visión institucional y la misión, visión y los objetivos de la unidad académica

La oferta de la Licenciatura de Biología con énfasis en Biotecnología es congruente con la misión y la visión de la Universidad Nacional por cuanto colabora para que la institución posea conciencia crítica y creativa ante las demandas de la sociedad, a fin de que promueva el desarrollo integral, autónomo, sostenible y equilibrado, dentro del marco del respeto a los Derechos Humanos y la búsqueda del bienestar general. Además, compromete a la investigación en el campo de la biotecnología, a fortalecer una cultura humanista, en el proceso de construcción de una sociedad más solidaria, próspera, justa y libre tal como lo establece el Estatuto Orgánico de la Universidad Nacional (UNA, 2015):

Es importante destacar que en el Estatuto Orgánico se establece que la Universidad Nacional tiene como misión histórica crear y transmitir conocimiento en favor del bienestar humano, mediante acciones que propician la transformación de la sociedad para llevarla a estadios superiores de convivencia. Honra la libertad, la diversidad, la búsqueda de la verdad y la sustentabilidad natural y cultural, en beneficio del conocimiento, la equidad, la justicia y la dignificación de la condición humana(p. 10).

Además esta misión está en concordancia con el objetivo estratégico de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales 2013 – 2017 (FCEN, 2015) que indica como una de las prioridades “Fortalecer la calidad y pertinencia de la oferta académica de la facultad en el ámbito nacional e internacional para formar profesionales que sean capaces de impactar de forma efectiva en el desarrollo del país y la región” (p. 24).

La Universidad Nacional es consciente de las necesidades de una sociedad científica cambiante, por ello dentro de su área estratégica de Docencia en el Plan de Mediano Plazo (2013-2017) enfatiza que “el proceso de transformaciones sociales, políticas, culturales y económicas que experimenta el mundo contemporáneo, exige que las instituciones de educación superior pública elaboren respuestas emergentes en materia de oferta curricular que vengan a contribuir de manera significativa al desarrollo nacional” (p.15). Debido a esto, ha venido impulsando la creación de ofertas académicas innovadoras que vienen a dar respuestas concretas y efectivas a las necesidades de la sociedad costarricense y se encuentran en correspondencia con la visión y la misión de la UNA.

La Universidad Nacional es una institución de educación superior estatal que forma profesionales de manera integral, genera y socializa conocimientos, con lo cual contribuye a la transformación de la sociedad hacia planos superiores de bienestar social, libertad y sustentabilidad; todo ello mediante la docencia, la investigación, la extensión y otras formas de producción, dirigidas prioritariamente a los sectores sociales menos favorecidos.

Por su parte, en el análisis que se hizo en la FCEN de la UNA para establecer el Plan Estratégico 2013-2017, se determinó como desafíos el reforzar la formación de profesionales en carreras como: Ingeniería de los Materiales, Ingeniería Electrónica, Biología, Biotecnología, Agronomía, Química, Ciencias Forenses, Física Básica y en especialidades como Física de la Materia Condensada y Polímeros.

Además como parte de las áreas estratégicas del conocimiento de la UNA, en el Plan de Mediano Plazo(2013 – 2017)se menciona que el desarrollo y la producción de productos y servicios mediante la biotecnología es importante para el desarrollo científico tecnológico. Por otra parte enfatiza en uno de sus ejes que realicen acciones para “Garantizar que la oferta académica sea pertinente, innovadora, flexible y de calidad y que responda al compromiso social de la universidad para contribuir a la transformación de la sociedad hacia una más inclusiva, solidaria y democrática” (p. 8).

Así mismo, la misión de la ECB de la UNA es la de generar conocimiento y formar profesionales en Biología en las áreas de: Recursos Naturales Acuáticos y Terrestres, Biotecnología y Enseñanza de las Ciencias, que posean principios éticos, conciencia ambiental y visión de futuro para la evaluación, ordenamiento, manejo y conservación del ambiente. Por tanto, es necesario facilitar su proceso de enseñanza y aprendizaje por medio de la docencia, la investigación, la extensión y la producción. Por otra parte también existe congruencia con el objetivo estratégico N°8 de la Escuela de Ciencias Biológicas, que indica que es necesario “Diseñar y ejecutar un plan de estudios que responda a las necesidades de la sociedad” (p. 5).

### 1.2.3 Madurez académica de los actores e instancias participantes en el desarrollo disciplinar

La Universidad Nacional ha venido impulsando la creación de ofertas académicas innovadoras y pertinentes para dar respuesta efectiva a las necesidades de la sociedad costarricense, las cuales se encuentran en correspondencia con la visión y la misión de la UNA. En el Plan de Mediano Plazo 2013-2017 “Fortaleciendo el Modelo de Gestión Universitaria” (UNA, 2012), se definieron áreas estratégicas de conocimiento, en sintonía con los valores y propósitos que inspiran y predominan en el modelo de gestión universitaria, entre ellas se destaca el área del Desarrollo científico, tecnológico e innovación, dentro de la cual se enmarca esta propuesta.

Además, el Plan de Mediano Plazo Institucional-PMPI 2017-2021 (UNA, 2016) propone, dentro de las líneas de acción establecidos por la Universidad Nacional la “Implementación de iniciativas académicas innovadoras en las perspectivas de la interdisciplinariedad y el diálogo de saberes”, mediante la siguiente meta estratégica “Generar una oferta académica inclusiva, innovadora y con pertinencia social, sobre la base de los intereses y las necesidades del desarrollo de la Universidad, la sociedad, los territorios y las comunidades”.

En esa línea, desde 1998 académicos de la ECB y profesionales de otras unidades académicas de la Universidad Nacional, tales como la Escuela de Ciencias Agrarias, Escuela de Medicina Veterinaria, Escuela de Química e Instituto de Investigaciones y Servicios Forestales (INISEFOR), estaban conscientes de la importancia de la biotecnología en el desarrollo científico actual, de ahí que la Escuela de Ciencias Biológicas tomó el liderazgo de crear un énfasis en biotecnología a partir del año 2000.

Tal y como se mencionó, la ECB comprometida con el mejoramiento, durante el 2010, inició un proceso de autoevaluación de su oferta académica (Bachillerato en la Enseñanza de la Ciencias y el Bachillerato en Biología en sus tres énfasis: Biología Marina, Biología Tropical y Biotecnología), con fines de acreditarlas ante el SINAES y de esta forma reconocer su calidad, como resultado de esa autoevaluación, se determinó que una de las debilidades de la carrera de Biología con Énfasis en Biotecnología, es que la formación concluye con el grado de bachillerato y desde la ECB no se ofrece la licenciatura como en los otros dos énfasis (Énfasis en Biología Marina y Énfasis en Biología Tropical).

Esta situación ha puesto en desventaja competitiva a los graduados de este énfasis a nivel de bachillerato, ya que en empresas públicas y privadas, cuando tienen concursos para puestos de trabajo, por ejemplo, jefaturas de laboratorios, se le exige al concursante el grado académico mínimo de licenciatura, ya que así lo estipula la Ley General de Salud, específicamente en el artículo 40: “ARTÍCULO 40. -Se considerarán profesionales en Ciencias de la Salud quienes ostenten el grado académico de Licenciatura o uno superior en las siguientes especialidades..." (La Gaceta, 2004). Por su parte, la ley orgánica del Colegio de Biólogos de Costa Rica, en su artículo 36 indica: "ARTICULO 36-. Sólo los profesionales incorporados a este Colegio, con un grado superior al de bachiller, debidamente autorizados para el ejercicio de la profesión, están legalmente facultados para emitir y suscribir dictámenes de cualquier clase, ligados a la ciencia de la biología. Las resoluciones de las Juntas Generales en materia de su competencia, conforme a la presente ley, tendrán fuerza de sentencia ejecutoria, sin recurso de ninguna clase. “(SCIJ, 2016). Por ello la Escuela de Ciencias Biológicas ha determinado la necesidad de ofertar el plan de estudios de Licenciatura en Biotecnología, respaldado por un personal docente competente y calificado, así como por la trayectoria académica que la faculta para ejecutarlo.

### 1.2.4. Actividades académicas relacionadas con el área de estudio

Para la formación de profesionales en el campo de la biotecnología se considera relevante la integración de conocimientos específicos de distintas disciplinas, así como de una sólida formación humanística, de manera que los graduados de esta carrera demuestren interés en la investigación como medio para mejorar, preocupación por los avances científicos y tecnológicos, sea promotores del pensamiento científico, respetuosos de valores éticos y morales, de la diversidad biológica y los procesos de conservación como un medio de sostenibilidad para el planeta.

Los proyectos y programas de extensión, investigación y docencia que se han desarrollado en la unidad académica han contribuido con actividades innovadoras en los procesos de enseñanza - aprendizaje, favoreciendo la formación de grupos de trabajo en torno a la biotecnología y el desarrollo de condiciones para llevar a cabo actividades académicas relacionadas con este objeto de estudio. Entre las actividades académicas que fortalecen este plan de estudios se destacan los siguientes laboratorios y proyectos.

**Laboratorios:**

* Biotecnología de Docencia.
* Análisis Genómico.
* Biotecnología de Microalgas
* Bioquímica y Biotecnología de Proteínas
* Biotecnología de Plantas
* Botánica Aplicada
* Producción de Plancton Marino.

**Proyectos:**

* Estrategias biotecnológicas para la producción de farneseno a partir de residuos agroindustriales mediante el uso de biología sintética.
* Biotecnología para Todos: Socialización de conceptos, aplicaciones y beneficios.
* Aislamiento, purificación y caracterización molecular y funcional de una novedosa hemolisina con propiedades de actinoporina de la anémona marina Anthopleura nigrescens: Una herramienta para el estudio estructura-función de las actinoporinas y su potencial aplicación
* Evaluación de las interacciones entre factores proteicos que participan en los procesos de coagulación sanguínea mediante la implementación de ensayos de resonancia magnética nuclear (RMN) de proteínas en solución.
* Obtención de Biomasa algal a partir de cepas aisladas de estanques productivos y aguas residuales para medir su potencialidad en la producción de biohidrógeno.
* Reversión sexual del camarón marino de cultivo, *Litopenaeus vannamei*.
* Taxonomía molecular de los cangrejos ornamentales del complejo de especies Mithrax-Mithraculus del Pacífico y Caribe costarricense.
* Purificación y caracterización molecular y funcional de una novedosa hemolisina de la anémona marina *Anthopleura nigrescens*: una herramienta para el estudio de estructura-función de las actinoporinas y su potencial aplicación.
* Distribuciòn y abundancia de bacterias luminiscentes en el Golfo de Nicoya, Costa Rica y su potencial como indicadoras de contaminación en el Golfo de Nicoya, Costa Rica.
* Alternativas para la optimización del sistema lagunar de tratamiento de aguas residuales del AyA en Cañas, Guanacaste, mediante el análisis integrado del mismo y valoración de su potencial biotecnológico.
* Caracterización molecular y conservación in vitro a mediano plazo de genotipos de vainilla del banco de germoplasma.
* Optimizacón del uso de tapetes microbianos para la biorremediación in situ de aguas en sistemas recirculados de Maricultura: uso combinado de tapetes microbianos y bio-flóculos.
* Estudio del comportamiento del Fitoplancton nocivo y floraciones algales para contribuir a la mitigación de sus efectos sobre la salud pública y los sistemas productivos en el Golfo de Nicoya.
* Sistemática y evolución de los peripatos (Onychophora).
* Sistemática y evolución del género *Dennstaedtia* (Dennstaedtiaceae, Pteridophyta)
* Análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas de humedales artificiales.
* Biocoloides antimicrobianos para la prevención de infecciones bacterianas asociadas a los dispositivos biomédicos.
* Desarrollo de un sistema de gestión en el manejo de los desechos líquidos peligrosos de los laboratorios de docencia la Universidad Nacional campus Omar Dengo, para mejorar la calidad del efluente del sistema de tratamiento de aguas residuales (PTAR).
* Contribución al saneamiento ambiental de la subcuenca del Río Virilla mediante el desarrollo de un estudio de modelación matemático de la calidad del agua en el Río Virilla.
* Caracterización genómica de caprinos lecheros y ovinos de carne costarricenses, para la identificación de individuos promisorios como base de un programa de mejoramiento genético.
* Determinación de la calidad del agua y de la presencia de bacterias oportunistas que afectan la productividad en sistemas acuícolas de CR.
* Caracterización molecular y conservación in vitro a mediano plazo de genotipos de vainilla
* Biocatalizadores originados en los sistemas de fermentación espontánea del café y cacao para la generación de bioprocesos sostenibles

## 1.3 DIMENSIÓN ADMINISTRATIVA

### 1.3.1. Administración curricular de la carrera.

Este plan de estudios estará adscrito a la Escuela de Ciencias Biológicas, por lo que la administración académica, curricular, y financiera del plan de estudios estará a cargo de dicha unidad académica.

La Administración Curricular consistirá en:

* Ejecutar las tareas de planear, dirigir, coordinar y evaluar la ejecución del plan de estudio.
* Coordinar y establecer las alianzas estratégicas necesarias para el desarrollo de prácticas de curso estudiantiles y/o proyectos académicos de investigación .
* Velar por el acato a las políticas y lineamientos normativos de la Universidad en materia de planes de estudio.
* Propiciar reuniones con el personal docente, con el propósito de establecer los mecanismos de comunicación horizontal y vertical de los cursos.
* Divulgar la oferta académica a nivel interno de la universidad y a lo externo a través de los medios de comunicación existentes.
* Promover el desarrollo académico y profesional del personal docente.
* Facilitar la coordinación de las diversas actividades académicas.
* Velar porque el estudiantado logre culminar su plan de estudios en el tiempo previsto.
* Procurar la coordinación entre las instancias académicas y administrativas, así como entre estas y las demás instancias de la Universidad.
* Generar los mecanismos y conjuntar esfuerzos para mantener un vínculo con los egresados, que permita un contacto renovado, una mayor realimentación de este plan de estudios, así como un constante proceso de actualización y reafirmación de su compromiso con la sociedad futura.
* Incorporar el desarrollo del plan de estudios dentro de los planes y programas de planificación de la institución.

### 1.3.2. Capacidad instalada (instalaciones, biblioteca, laboratorios, fincas, estaciones, entre otros)

La ECB cuenta con un laboratorio especializado en docencia para el área de biotecnología (Laboratorio de Biotecnología de Docencia) que está equipado con los equipos y materiales, que son requisito para el desarrollo de las clases de laboratorio de los cursos ofrecidos en el plan de estudios de esta carrera.

Además, existen laboratorios de investigación en el campo biotecnológico que dan soporte al plan de estudios, tales como: el Laboratorio de Genética Evolutiva, Laboratorio de Biotecnología de Microalgas, Laboratorio de Microbiología, Laboratorio de Análisis Genómico, Laboratorio de Bioquímica y Biotecnología de Proteínas, Laboratorio de Biotecnología de Plantas, Laboratorio de Botánica Aplicada, una Algoteca, Laboratorio de Fisiología Reproductiva de Crustáceos. Así como también se cuenta con la Estación de Biología Marina Juan Bertolia y el Parque Marino en Puntarenas, la Estación de Ciencias Marinas y Costeras en Punta Morales, Estación de 28 Millas en Batán de Limón y Estación de Río Macho en Cartago, que dan soporte a algunas necesidades académicas del Bachillerato en Biología con Énfasis en Biotecnología y que podrían ser lugares potenciales para el desarrollo de investigación en el grado académico a Licenciatura en Biotecnología.

### 1.3.3. Recursos tecnológicos

En cuanto a los recursos tecnológicos, la ECB dispone de un laboratorio de cómputo totalmente equipado que da soporte a cursos relacionados con la bioestadística y la bioinformática además con acceso a todos los estudiantes.

**Cuadro Nº 4. Licenciatura en Biotecnología**

**Especificación de los Laboratorios de Informática con que cuenta la carrera**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Equipo** | **#** | **Descripción** | **Marcas** | **Sistema Operativo / Software** | |
| **Laboratorio de informática de la ECB** | | | | | |
| Monitores | 24 | 15 pulgadas. | Marcas que prevalecen son la Dell | | El sistema operativo que está instalado es Windows 7.  El software que se maneja es el paquete de office 2007 y algunas máquinas 2010.Además, existe la posibilidad de instalar paquetes de software libre que los académicos consideren pertinentes para sus clases. Este laboratorio cuenta con conexión a internet ya sea a través de Internet Explorer o navegadores como el Mozilla en todas sus computadoras. |
| CPU | 24 | Unidad reproductora de CD y DVD | Dell | |
| Teclados y ratones | 24 |  | Dell | |
| Proyector de Multimedia | 1 |  |  | |
| Escritorios y sillas | 24 |  |  | | Se compró nuevos escritorios y sillas |

Fuente: Comisión de Autoevaluación con base en Lista de Activos de la ECB , 2015.

Para el desarrollo de cursos con apoyo de recursos tecnológicos, la ECB cuenta con el apoyo institucional en esta materia que se brinda desde la Vicerrectoría de Docencia en conjunto con el Programa UNA Virtual, debido a que es la instancia responsable de promover la incorporación crítica, reflexiva y creativa de los recursos tecnológicos en la academia, con el fin de llevar a cabo actividades para promover el desarrollo de competencias pedagógicas y tecnológicas en el personal docente y el estudiantado para la integración apropiada de las TIC en los cursos universitarios.

Asimismo, este Programa apoya las distintas iniciativas que surgen de los académicos, que investigan nuevas tendencias relacionadas con la temática de su curso y que se mantienen en constante búsqueda de procesos de innovación con TIC como un apoyo en las siguientes áreas de trabajo:

1. La innovación de la oferta docente bimodal, presencial y virtual
2. TIC’s para la investigación, la extensión y la producción
3. Recursos educativos y tecnologías emergentes para el apoyo disciplinar

### 1.3.4. Recursos bibliográficos físicos y digitales (Base de datos institucionales, Centro de Recursos Universidad Nacional, Bibliotecas Especializadas, Repositorios).

La Universidad Nacional cuenta con un Sistema de Información Documental (SIDUNA) que está conformado por la Biblioteca Joaquín García Monge (que es la que coordina el sistema) y por las Unidades de Información ubicadas en las Sedes Regionales y Facultades de la Universidad.

El personal académico y los estudiantes de la carrera, tienen acceso a todas las bibliotecas y centros de documentación e información que conforman el SIDUNA, dentro de este sistema se cuenta con la Biblioteca Mariana Campos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, la cual está especializada en libros y revistas del campo de las ciencias exactas y naturales, incluyéndose dentro de éstas a la Biotecnología. Asimismo, se tiene a disposición la Biblioteca Joaquín García Monge que cuenta con material bibliográfico que complementa al existente en la Biblioteca Mariana Campos. Ambas Bibliotecas poseen entre otros servicios: acceso a bases de datos referenciales y de texto completo, acceso a Internet, alfabetización informacional, archivo vertical, escaneo de Documentos, fotocopiado, laboratorio de computadoras, orientación al usuario en la ubicación y uso de recursos bibliográficos, préstamos de salas, equipo y material audiovisual.

### 1.3.5. Recursos Humanos

La ECB cuenta con un grupo docente consolidado y formado en los campos específicos de la microbiología, la biología celular y molecular, la bioquímica de proteínas y la biotecnología ambiental. Este grupo de docentes cuentan con proyectos de investigación en los campos específicos de su especialidad. Además, la ECB ha venido implementando un plan de formación de docentes en el exterior a nivel de posgrado (plan de relevo), los cuales se han ido incorporando en los últimos años, estos docentes mejorarán la calidad de la docencia y las líneas de investigación de la ECB, dentro de estas, las líneas de investigación en biotecnología.

También posee personal administrativo (técnicos de laboratorio, secretarias y conserjes), que colaborarán para el buen funcionamiento de esta licenciatura. Todos los encargados de impartir los cursos de este Licenciatura tienen el grado académico superior al Bachillerato (Licenciatura, Maestría o Doctorado) en un área afín con el objeto de estudio. Además, poseen la experiencia profesional adecuada para el ejercicio del cargo.

El siguiente cuadro presenta el nombre de los docentes encargados de los cursos de este plan de estudios

**Cuadro Nº 5. Licenciatura en Biotecnología**

**Académicos que tendrán a cargo la docencia de la Licenciatura en Biotecnología**

| Nombre docente | Grado académico | Título  obtenido | Años  de servicio | Área de desempeño | Nombre del curso |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Frank Martín Solano Campos | Doctorado | Biología molecular | 3 | Biotecnología de plantas | Biología sintética, Biotecnología Vegetal |
| Karol Ulate Naranjo | Doctorado | Bioestadística | 10 | Bioestadística, Ecología cuantitativa | Bioestadística Aplicada |
| Javier Alvarado Mesén | Maestría | Ciencias de la educación con énfasis en docencia | 7 | Biotecnología de proteínas | Enzimología, Técnicas para la purificación y caracterización de proteínas |
| Rodolfo Umaña Castro | Maestría | Biotecnología | 5 | Genómica y Biología molecular | Detección e identificación molecular de microorganismos en plantas y animales y Seminario de Biotecnología II |
| Abad Rodríguez Rodríguez | Maestría | Gerencia de proyectos | 3 | Gerencia de proyectos, Microbiología, Emprendedurismo | Principios de Administración y Regencia de Laboratorios Biológicos |
| Narcy Villalobos Sandí | Licenciatura | Biología Tropical. Ciencias de la Educación con énfasis en Docencia | 14 | Biotecnología de microalgas | Diseño de proyectos en Biotecnología I y II, Producción de metabolitos de microalgas |
| Carolina Marín Vindas | Licenciatura | Biología con énfasis en manejo de recursos acuáticos y dulceacuícolas | 14 | Biotecnología marina | Microbiología Marina |
| Carolina Sancho Blanco | Licenciatura | Biología con énfasis en manejo de recursos acuáticos y dulceacuícolas | 1 | Biología molecular | Genómica |
| Carola Scholz | Maestría | Biología | 10 | Biotecnología Ambiental | Seminario de Biotecnología I; Aplicaciones biotecnológicas en el tratamiento de aguas contaminadas |
| Freylan Mena Torres | Maestría | Biología | 8 | Ecotoxicología | Ecotoxicología |
| Stefani Solano González | Licenciatura | Biología con énfasis en Biotecnología | 2 | Biología molecular | Herramientas bioinformáticas para el estudio de la Biología Funcional |
| Ángel Herrera Ulloa | Doctorado | Uso, manejo y preservación de los recursos naturales | 25 | Gerencia de proyectos, Administración de Recursos Naturales | Desarrollo y formulación de proyectos |
| Rodolfo Vargas Fuentes | Licenciatura | Biología forense | 1 | Biología forense | Biología Forense |
| Manfred Murell Blanco | Maestría | Ingeniería de recursos | 6 | Gestión de calidad | Gestión de calidad en procesos biotecnológicos |

Fuente: Escuela de Ciencias Biológicas, 2016.

Además de los profesores citados en el cuadro anterior, la Escuela de Ciencias Biológicas cuenta con un cuerpo de académicos con postgrados, que vienen trabajando en áreas específicas que son de interés para esta licenciatura, tales como: M.Sc. Norman Rojas Campos, M.Sc. José Antonio García García, M.Sc. Bernal Morera Brenes, M.Sc. Luis Vega, M.Sc. Silvia Mau y el Dr. Federico Villalobos Brenes.

## 2. FUNDAMENTACIÓN

## 2.1. Objeto de estudio y finalidad del conocimiento

La biotecnología se puede definir, a grandes rasgos, como toda tecnología que utiliza seres vivos o alguna de sus partes para la obtención o modificación de productos o para la intervención en procesos que sean útiles para el ser humano. Por lo tanto, su objeto de estudio son los seres vivos y sus componentes, los cuales, mediante la utilización de técnicas y procesos (biológicos, bioquímicos, enzimáticos, de fermentación, de escalamiento, de extracción de elementos o sustancias, cultivo de células y microorganismos entre otros), permiten obtener o mejorar productos y procesos que, manipulados por el ser humano, dan solución a problemas en el área de la salud, el ambiente, la industria y la agricultura.

Dada la complejidad del objeto de estudio de la biotecnología, esta carrera no se puede enmarcar en el análisis de una disciplina única, sino que constituye una tecnología multidisciplinaria de la cual las ciencias básicas (tales como la fisiología humana, animal y vegetal; las matemáticas; la biología celular y molecular; la inmunología; la estadística; la microbiología; la bioquímica; la genética; la física y la informática entre otras ciencias) instauran sus fundamentos. Dada el amplio espectro disciplinario, la biotecnología tiene aplicaciones que abarcan una gran cantidad de campos a los cuales, en muchas ocasiones, se les denomina biotecnologías tales como: la biotecnología microbiana, la agrícola, la animal, la vegetal, la forense, la ambiental, la acuática, la médica y otras biotecnologías, según su campo de aplicación.

### 2.1.1 Saberes que enriquecen el abordaje interdisciplinario del objeto de estudio

Los saberes que enriquecen el abordaje interdisciplinario del objeto de estudio de la carrera Licenciatura en Biotecnología, y que contribuyen con sus principios, métodos y teorías a complementar la formación profesional del biólogo-biotecnólogo, son:

**Fisiología humana, animal y vegetal:**

La fisiología es la ciencia que estudia las funciones de los humanos, animales y vegetales en cuanto al manejo de materia, energía e información, sobre todo a nivel de células, tejidos, órganos y sistemas orgánicos. La fisiología se basa en un profundo conocimiento de las estructuras vivas (morfología y anatomía a niveles micro y macro), aplica los métodos de las ciencias básicas, física y química, al estudio de la vida y cuantifica los procesos mediante expresiones matemáticas. A nivel celular, la fisiología se traslapa en ocasiones con la química fisiológica, la bioquímica aplicada a las funciones celulares y moleculares.

**Biología celular y molecular**

La biología celular y molecular estudia la complejidad presente en las células vivas, en aspectos básicos que incluyen la química celular, el control de la expresión génica y la organización interna de las distintas células, así como las interacciones entre células en organismos pluricelulares y temas avanzados de epigenética, células madre y terapia génica, entre otros. Estos estudios se realizan gracias a la aplicación de métodos para la manipulación de macromoléculas como ADN y proteínas, así como de instrumentos para la visualización de las células.

**Microbiología**

La microbiología se entiende como un área de la biología que se especializa en el estudio de un conjunto heterogéneo de microorganismos, desde las bacterias y cianobacterias, las cuales representan el mundo procariota, hasta los protistas como microalgas y protozoarios; y hongos tales como levaduras y mohos. Incluso algunas formas acelulares también son estudiados por esta rama, tales como virus y priones. Los microorganismos mencionados, son estudiados por la microbiología, tanto a nivel estructural como fisiológico, lo que permite a esta área llegar a un nivel de conocimiento muy alto en cuanto al metabolismo de las células y de esta manera conseguir un campo de aplicación de la microbiología a nivel industrial, de salud y ambiental muy valioso para la biotecnología y la sociedad.

**Bioquímica**

La bioquímica representa un área de conocimiento en la que se fusionan la química y la biología, con el fin de explicar el funcionamiento a nivel fisiológico de la célula y por ende, los siguientes niveles de estructuración de los seres vivos. Es por tanto, una rama indispensable para las diferentes aplicaciones biotecnológicas que involucran cualquier ser vivo, debido a que permite entender el funcionamiento de la célula y así dirigir su metabolismo a la formación de productos de interés para la sociedad. En este sentido, la bioquímica permite entender la célula como una pequeña fábrica, en donde se puede controlar la producción y la calidad de biocompuestos reconocidos por su utilidad en diferentes áreas.

**Genómica**

La genómica representa el estudio del ADN a escala del genoma completo para reconocer las características principales del genoma humano, como el tamaño, el número de genes que posee y el contenido de regiones repetitivas, y la comparación de estos datos con otros genomas de organismos modelo gracias a los proyectos de genómica comparativa y la bioinformática. Haciendo uso de las tecnologías modernas de secuenciación, la genómica permite descubrir las posibles aplicaciones de las secuencias completas de los genomas en la medicina, en el mejoramiento de cultivos y en la industria.

Es importante destacar que la biotecnología es una ciencia que abarca una amplia gama de conocimientos, sin embargo consideramos que con los saberes descritos se cubren los objetivos de esta licenciatura.

## 2.2. ÁREAS DISCIPLINARIAS

Para la comprensión del objeto de estudio, el desarrollo de los cursos se basará en áreas disciplinarias, que de manera articulada brindarán las herramientas teórico-metodológicas para el desarrollo de temáticas, habilidades y destrezas en el estudiante (Cuadro 6). Se han considerado como pilares epistemológicos dos áreas: la investigación y la biotecnología. Esta última se ha divido en subáreas específicas de acuerdo con las fortalezas de la ECB.

**2.2.1 Investigación**

La investigación es un proceso en donde por medio de la aplicación del método científico se busca la generación de conocimiento que permita explicar, comprender y trasformar la realidad de acuerdo con las necesidades de la sociedad (Monje, 2011). En este sentido se conceptualiza como un proceso sistemático y crítico en donde se aplican una serie de metodologías para alcanzar objetivos propuestos que ayuden a resolver problemas encontrados en la sociedad. De esta forma se genera nuevo conocimiento y se obtienen conclusiones que permitan la generación de soluciones a estas situaciones.

En el área de investigación en biotecnología, se pretende brindar al estudiante las herramientas necesarias para que pueda identificar problemas en la sociedad, desarrollar procesos que permitan la búsqueda de las soluciones a estos problemas, realizar análisis de los resultados obtenidos y brindar conclusiones en donde se dé un aporte al conocimiento o se genere nuevo conocimiento

**2.2.2 Biotecnología**

Esta área se entiende como el uso de los seres vivos o sus productos con el fin de obtener beneficios para la sociedad o su entorno. El Convenio sobre la diversidad biológica (CDB) define la biotecnología como: "toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos". En este sentido, se trata de la búsqueda de soluciones a diversos problemas que se logran detectar desde diferentes aristas: salud, ambiente, industria y otras. Como la biotecnología incluye una amplia variedad de aspectos, se han definido las principales subáreas que podrían enriquecer este plan de estudios:

**2.2.2.1 Biotecnología y ambiente:**

La biotecnología cumple un importante rol en el cuidado del ambiente y puede ayudar en la prevención y remediación de problemas ambientales derivados de las actividades productivas generadas de procesos industriales, reduciendo o reemplazando la utilización de sustancias químicas agresivas con el ambiente, por procesos enzimáticos más limpios y seguros, así como la utilización de microorganismos, hongos o plantas especializados para la descontaminación del ambiente y/o degradación de desechos peligrosos.

**2.2.2.2 Biotecnología vegetal:**

La biotecnología vegetal aplica las herramientas de la biología molecular e ingeniería genética para el mejoramiento de los cultivos, como el desarrollo de plantas resistentes a enfermedades, plagas, sequía y salinidad, de alimentos con mejor contenido nutricional y hasta la utilización de plantas para la producción de compuestos de interés industrial o biomédico, como bioplásticos y anticuerpos. La biotecnología vegetal involucra la amplificación y manipulación de secuencias de ADN de interés, la clonación de estas utilizando bacterias, el cultivo de tejidos vegetales, la inserción de genes de interés en plantas, la detección de la expresión de los transgenes, los bioensayos, la purificación de las proteínas o compuestos de interés y hasta las técnicas recientes de edición de genomas.

**2.2.2.3 Biotecnología y salud:**

El carácter multidisciplinario de la biotecnología, le ha permitido incursionar con amplias aplicaciones en el campo de la salud humana y animal. El desarrollo de disciplinas como la biología celular y molecular, el cultivo de tejidos animales y las “ómicas” (la genómica, la proteómica, la transcriptómica y la metabolómica), han potenciado las aplicaciones biotecnológicas para el diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades. El diagnóstico se puede basar en el perfil genético de un individuo o mediante la utilización de kits de detección. Para el tratamiento de enfermedades se pueden emplear fármacos diseñados racionalmente y obtenidos de forma recombinante o mediante la utilización de la medicina personalizada basada en el perfil genético de un individuo o el uso de la terapia génica. Para la prevención de enfermedades la biotecnología puede hacer uso del perfil genético del individuo o mediante el empleo de las “ómicas” con estos fines.

**2.2.2.4 Biotecnología industrial**:

La biotecnología industrial consiste en la aplicación de procesos biotecnológicos que usan organismos o sus derivados con el objetivo de crear productos y procesos de una manera más limpia y más económica, aplicables a diversos sectores como la industria química, textil, alimentación, energía, farmacéutica, agroindustria, producción de materiales, entre otros. Esta área representa una alternativa viable frente a los enfoques tradicionales, porque involucra procesos que son sostenibles, dando solución a múltiples necesidades y problemas de la actividad humana. La utilización de biotecnología industrial aporta simplificación de procesos, mejoras en la calidad de los productos, así como mayor eficiencia en los procesos que genera menor impacto ambiental y ahorro de costos.

**2.2.2.5 Biotecnología marina**:

La Biotecnología marina emplea fuentes procedentes de organismos marinos para aplicaciones industriales y médicas en la obtención de nuevos compuestos bioactivos, adhesivos, coloides biocompatibles y nanoestructuras que sirven para la obtención de medicamentos, cosméticos, alimentos y para desarrollar nuevas terapias sanitarias. En los últimos años los progresos en nuevas técnicas moleculares y distintas tecnologías marinas han permitido por ejemplo, un considerable aumento del número de patentes sobre genes de organismos marinos.

**Cuadro Nº 6. Licenciatura en Biotecnología**

**Distribución de cursos según áreas disciplinares**

| **Área**  **Disciplinaria** | **Nombre de los Cursos** | **Créditos** | **Total de créditos/ área** | **%**  **Área** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Investigación | Diseño de proyectos en Biotecnología I | 04 | 12 | 33 |
| Diseño de proyectos II | 04 |
| Bioestadística Aplicada | 04 |
| Biotecnología Ambiental,  Vegetal,  Salud,  Industrial y  Marina | Seminario de Biotecnología I | 04 | 24 | 67 |
| Principios de Administración y Regencia de Laboratorios Biológicos | 03 |
| Optativo 1 – ciclo I | 03 |
| Optativo 2 – Ciclo I | 03 |
| Seminario de Biotecnología II | 04 |
| Optativo 1 – Ciclo II | 03 |
| Optativo 2 – Ciclo II | 03 |
| Totales |  | 36 | 36 | 100 |

## 2.3. EJES CURRICULARES

Este nuevo plan de estudio se asume desde un enfoque epistemológico del construccionismo dialéctico, en donde se explica la realidad construida, a partir de las relaciones entre factores internos y externos por medio de un aprendizaje activo, significativo, con pertinencia cultural, es decir relacionándolo con el contexto en el que se desempeñará el futuro graduado de esta carrera. A la vez desde esta postura epistemológica se asume como modelo de formación profesional el hermenéutico reflexivo, que permite la construcción del conocimiento propiciando el aprendizaje socio cultural, crítico y dialéctico. Por lo tanto, el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrolla bajo un modelo interdisciplinario, reflexivo y práctico que permite el trabajo crítico-cooperativo. Para el desarrollo de los cursos se considerarán los siguientes ejes curriculares:

**Medio ambiente**

El desarrollo urbano e industrial genera un impacto directo sobre el medio ambiente, de ahí la importancia de aplicar la biotecnología para la solución de problemas medio ambientales. Por ello, en este programa de licenciatura se ofrecen cursos relacionados con aplicaciones biotecnológicas para dar soluciones a problemas generados por las actividades antropológicas sobre el medio ambiente. Dada la trayectoria de la Unidad Académica, durante la formación del profesional, se inculca en este el respeto por el medio ambiente y todas las formas de vida, tomando en cuenta que todos los organismos vivos cumplen un rol importante en los ecosistemas y que la afectación a un solo organismo puede ocasionar un efecto en cadena sobre estos.

**Salud e industria**

Los avances biotecnológicos en el campo de la biología celular y molecular han impactado directamente en la medicina y en la industria. En la primera, por cuanto hace aportes importantes en la producción de fármacos, kits de diagnóstico clínico y mediante el diagnóstico molecular de enfermedades y de problemas genéticos, producción de vacunas y de proteínas de uso biomédico. Es de interés industrial porque, por medio de técnicas biotecnológicas, se obtienen y producen enzimas, inhibidores enzimáticos y moléculas de uso industrial. En este programa de licenciatura se da al estudiante formación para la purificación y caracterización de moléculas de interés biotecnológico, así como para fortalecer sus conocimientos en técnicas de biología molecular y biología sintética.

**Investigación**

Constituye un enfoque común en el desarrollo de la licenciatura que propicia la curiosidad científica, la inquietud por identificar problemas y dar soluciones para contribuir con el desarrollo científico y tecnológico en este campo.

**Rigurosidad científica**

Para dar respuesta a las necesidades de salud, industria, ambiente y agrícola es necesario contar con capacidad de análisis basada en el pensamiento científico que permita extrapolar los resultados obtenidos de la investigación en ciencia básica hacia la ciencia aplicada para resolver los problemas cotidianos que enfrenta la sociedad, con una conducta basada en principios éticos.

**Visión interdisciplinaria**

Debido a la naturaleza multidisciplinaria del objeto de estudio, en la formación del profesional se enfrenta los problemas con criterios de evaluación múltiples, lo que permite responder a los mismos de forma integral, según las necesidades de la sociedad.

**Ética**

Promueve una actitud profesional en su práctica en donde se fomenten valores como el respeto, por las diferentes formas de vida, así como el compromiso y la responsabilidad en la manipulación genética de las células en los diferentes procesos realizados.

## 2.4 EJES TRANSVERSALES INSTITUCIONALES

Los ejes transversales son parte de la filosofía y la cultura institucional e incluyen conocimientos, actitudes, comportamientos, principios, valores y concepciones que están acordes con la misión, visión y valores de la Universidad. Estos ejes tienen como fin permear la vida universitaria en todos sus ámbitos e incidir en la formación integral de los estudiantes y demás actores de la comunidad universitaria. Además, se pretende que se incorporen en la cotidianidad como vivencias en las disciplinas y contenidos de todos los cursos que conforman la carrera.

Para ello, la institución asumió como ejes transversales: el Desarrollo Humano Sostenible, Equidad, Cultura Ambiental, Género y Diversidad Cultural. En este sentido, en los distintos cursos que conforman este plan de estudios, es posible realizar diversas actividades, que, aprovechando los contenidos programáticos hagan reflexionar y colaboren con el cambio de actitudes y comportamientos que se esperan lograr mediante la adquisición de valores que la sociedad costarricense, a través de la Universidad Nacional, ha establecido como propios de su cultura.

Estos ejes transversales se ven reflejados en los diferentes cursos en la misma práctica pedagógica al integrar los campos del ser, el saber, el hacer y el convivir a través de conceptos, procedimientos, valores y actitudes que orientan la enseñanza y el aprendizaje de esta carrera. Asimismo el logro de la tarea humanizadora se puede conseguir utilizando el eje transversal Desarrollo Humano Sostenible como instrumento, para que a través del mismo se creen condiciones que le permitan a los estudiantes comprender la realidad humana, identificar y analizar los problemas que en ella se manifiestan, con el fin de encontrar opciones de enfrentar el entorno que los rodea con una visión centrada en el ser humano.

Por otra parte, la equidad es vista como el respeto a los derechos como seres humanos y la tolerancia de las diferencias, representada en la igualdad de oportunidades en todos los aspectos en los que se desarrolla esta carrera, siendo aplicada desde el momento mismo de ingreso a la universidad que se realiza en igualdad de condiciones, así como en todo el proceso hasta concluir sus estudios.

Además como cultura ambiental se tiene como objetivo la sensibilización general de los estudiantes para detectar y solucionar problemas ambientales locales pero con una visión planetaria que conlleve a la protección del medio ambiente, reflejándose en uno de sus ejes curriculares que es medio ambiente.

Por último, el eje de Género y Diversidad Cultural se trabaja en todas las actividades que se desarrollan en la carrera mediante el fortalecimiento de la convivencia armoniosa buscando igualdad de oportunidades y de expresión a todos los participantes, reconociendo y respetando la diversidad.

## 2.5. ESTRATEGIA METODOLÓGICA, PEDAGÓGICA Y EVALUATIVA

### 2.5.1 Enfoque metodológico

En el desarrollo histórico de las Unidades Académicas de la FCEN una de las preocupaciones fundamentales ha sido la búsqueda de formas alternativas de orientar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales, que permita a los estudiantes construir sus conocimientos. En este sentido el proceso de enseñanza-aprendizaje de este plan de estudios se concibe bajo un modelo interdisciplinario, reflexivo y práctico que permite el trabajo crítico-cooperativo. Se asume como esencial estrategia metodológica la “praxis” entre el sujeto y la realidad, favoreciendo el desarrollo del pensamiento crítico-reflexivo. Lo anterior tiene como fin que el graduado sea capaz de intervenir de manera innovadora y pertinente ante el desarrollo científico y tecnológico del país.

Se promueve entonces un aprendizaje cooperativo, el cual consiste en trabajar juntos, utilizando diferentes estrategias cooperativas para alcanzar objetivos comunes, con las que se pueden mejorar tendencias individualistas y competitivas de los estudiantes y así propiciar el trabajo en equipo. Esta metodología se evidencia mediante el desarrollo de las siguientes actividades:

1. Giras a empresas: permiten a los futuros profesionales vivenciar conceptual, actitudinal y procedimentalmente los saberes disciplinares, en diversos contextos.
2. Procesos de investigación: desde el inicio de la licenciatura, se generan elementos de la investigación que involucran al estudiante en la puesta en práctica del método científico.
3. Trabajo cooperativo: El trabajo cooperativo en la clase se considera de gran importancia para el desarrollo.
4. Prácticas experimentales de laboratorio: desarrollo de destrezas y habilidades para la ejecusión de protocolos y análisis de resultados.

Por otra parte también se desarrollan diferentes actividades tendientes a garantizar que los estudiantes tengan una formación integral, tales como: conferencias, coloquios, foros, simposios, entre otros. Además se organiza una semana de Ciencias Biológicas donde se imparten talleres, cursos y diferentes actividades académicas que son actividades complementarias a su formación profesional.

### 2.5.2 Principios pedagógicos. Relación de los principios pedagógicos con el Modelo Pedagógico de la UNA

Este plan de estudios se fundamenta en los siguientes principios pedagógicos: el ser humano como actor principal del proceso educativo; pedagogía crítica y la conciencia humanista-ambientalista.

1. El ser humano como actor principal del proceso educativo

Solamente el ser humano puede ser educado, se concibe a la educación en un sentido pleno y amplio. La educación es posible y a la vez necesaria porque el sujeto humano no nace predeterminado por naturaleza, sino que se educa en interacción con otros sujetos. Además el ser humano debe verse dentro del proceso educativo como un ser bio-psico-social, en donde todos los planos están en constante interacción en la dialéctica sujeto –contexto.

2. Pedagogía Crítica

Se considera la pedagogía crítica como aquella que permite un abordaje emancipador del proceso educativo, con el fin de comprender y dar solución a los problemas relacionados con la práctica pedagógica, mediante la investigación, la reflexión crítica y toma de conciencia orientada a transformar la praxis.

3. Desarrollo de una conciencia humanista-ambientalista

Es necesario realizar un análisis de: la compleja realidad del estado del planeta y de las causas que lo desequilibran, así como de los modelos de desarrollo que el ser humano ha impulsado, entre otros aspectos. Para ello el proceso educativo debe contribuir con la formación de personas que tengan una visión holística y sistémica de la realidad, además que posean la capacidad de análisis crítico y las actitudes necesarias para generar una transformación.

De acuerdo con los principios anteriores la enseñanza y el aprendizaje en este plan de estudios se concibe como un proceso que promueve el análisis y la problematización de la realidad social, con seres humanos diversos enmarcados en un momento histórico, cultural y ambiental, que para enfrentarlo va más allá de la sola transmisión del conocimiento. Además está en correspondencia con el Modelo Pedagógico de la UNA que establece que “*los procesos de enseñanza y aprendizaje implican una dinámica pedagógica que promueve en cada estudiante la apropiación e interiorización del conocimiento*” (p.7)

En síntesis los principios pedagógicos buscan propiciar una propuesta de enseñanza que intenta ayudar a los estudiantes a cuestionar las creencias y prácticas que la generan, para que alcancen un pensamiento crítico.

### 2.5.3 Principios de evaluación del proceso de enseñanza – aprendizaje. Relación de la evaluación con el modelo pedagógico institucional

En cuanto a los principios de evaluación, se fomentarán los siguientes:

1. La autocrítica: el ejercicio de la autocrítica permitirá estimular la autoreflexión acerca de los propios procesos de aprendizaje y el análisis de los resultados.

2. La evaluación es un proceso sistemático: se plantea la evaluación como un proceso sistemático, continuo y permanente que permita una evaluación crítica, procesual, abierta, retroalimentadora y reflexiva como estrategia intrínseca al aprendizaje.

3. La evaluación debe ser formativa y sumativa: durante el proceso se implementa la evaluación formativa, sumativa y diagnóstica desde una visión innovadora que permita valorar el aprendizaje de los estudiantes para enriquecer la formación como futuros profesionales de enseñanza media, mejorar el plan de estudios y promover el aprendizaje en todos los participantes, mediante la autoevaluación, coevaluación y evaluación unidireccional; además, se utilizará como instrumentos las escalas de calificación.

Por otra parte, considerando que el proceso de enseñanza -aprendizaje busca desarrollar en el estudiante los saberes conceptual, procedimental y actitudinal, resulta necesario identificar los conocimientos previos de cada estudiante respecto a los contenidos por desarrollar, orientar los que construirá a lo largo de los cursos y valorar los alcanzados al finalizar cada uno de éstos; por lo que durante el desarrollo de los mismos se tomarán en cuenta la evaluación formativa y sumativa. Lo anterior está en concordancia con el Modelo Pedagógico de la UNA que indica:

…la evaluación de los procesos de enseñanza y aprendizaje, además de los logros cognoscitivos, debe considerar el desarrollo de habilidades y destrezas, la capacidad de integrar los nuevos conocimientos en la solución de problemas y en la generación de alternativas, así como el desarrollo y modificación de valores y actitudes, que juegan un papel fundamental en la formación integral del estudiante (p.10).

De esta manera, se da especial énfasis a métodos de evaluación formativa con técnicas que permitan una evaluación del proceso más que del producto, donde el estudiante constantemente es llevado a la reflexión de su propio aprendizaje.

### 2.5.4 Evaluación del plan de estudios

Los cursos y sus componentes teóricos, prácticos y metodológicos serán valorados por parte del estudiantado al finalizar cada ciclo lectivo. La ECB garantiza el cumplimiento de lo estipulado en cada programa de curso, atendiendo para ello las tareas y funciones descritas para las autoridades de la carrera en el Estatuto Orgánico de la Universidad.

Por otra parte, cada 2 años se realizará una evaluación completa del plan de estudios por los académicos que conforman la carrera. Las actualizaciones se llevarán a cabo de acuerdo con las necesidades del contexto determinadas por los diferentes actores: empleadores, graduados, estudiantes, personal académico y administrativo y por el análisis del contexto que realice la ECB. Sin embargo, en caso de ser necesario se realizarán los ajustes que se consideren pertinentes.

# 3. PERFIL DE LA PERSONA GRADUADA

## 3.1. Perfil ocupacional: espacios laborales en los que se podrán desempeñar las personas graduadas

Los graduados del plan de estudios de la licenciatura, pueden ingresar al campo laboral en las industrias nacionales e internacionales que utilizan organismos vivos para producir y purificar bioproductos de alto valor agregado, así como las cadenas agroindustriales en que se basa la industria exportadora nacional. Además, podrán desenvolverse en la industria biomédica e instituciones públicas y privadas que requieran de conocimientos biológicos aplicados y por su formación, también están capacitados para trabajar en forma independiente, ya sea como consultor o en el desarrollo de su propia empresa biotecnológica (cuadro 7).

**Cuadro Nº 7. Licenciatura en Biotecnología**

**Perfil ocupacional de la persona graduada en la Licenciatura de Biotecnología**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **PERFIL OCUPACIONAL** | | |
| **(LICENCIATURA BIOTECNOLOGÍA)** | | |
| **Espacios laborales** | **Cargos** | **Funciones** |
| Organismos gubernamentales  Organismosno gubernamentales  Organismos internacionales  Educación superior  Educación especializada  Empresas privadas  Centros de investigación, producción y conservación.  Industria  Emprendimientos  Asesorías | Regente  Administrador  Asesor  Asistente  onsultor  Biólogo/Biotecnólogo gerencial  Investigador  Profesor en educación superior y educación especializada  Biólogo/Biotecnólogo independiente.  Todos los definidos por el Servicio Civil o el departamento de Recursos Humanos de organizaciones públicas o privadas, nacionales o transnacionales. | Proponer, ejecutar y evaluar proyectos y actividades de gestión y manejo de los recursos biotecnológicos.  Desarrollar proyectos de investigación, extensión, evaluación, conservación, aprovechamiento, manipulación, sistemática, protección, vigilancia, restauración y producción de recursos biológicos.  Realizar asesorías y participar en estudios y evaluaciones de impacto ambiental.  Desarrollar proyectos de emprendedurismo y autogestión.  Formular, desarrollar y participar en actividades biotecnológicas de producción, aprovechamiento y procesamiento de los recursos biológicos y sus derivados.  Contribuir en la gestión y administración de entidades gubernamentales y empresas privadas relacionadas con protección, conservación, manejo y aprovechamiento de recursos biológicos y sus componentes.  Integrar y liderar grupos inter y multidisciplinarios en temas de mejoramiento, manejo, conservación, aprovechamiento y producción de recursos biológicos.  Colaborar en procesos de enseñanza-aprendizaje.  Generar, documentar y divulgar el conocimiento científico y biotecnológico.  Proponer actividades tecnológicas para el aprovechamiento y procesamiento de los recursos biológicos y sus componentes.  Participar en la gestión de políticas para el manejo de recursos biológicos.  Generar propuestas para restaurar hábitats biológicos, mediante la aplicación de herramientas biotecnológicas.  Colaborar a nivel local, regional e internacional en la evaluación de la vulnerabilidad de los recursos biológicos al cambio climático.  Desempeñarse en las especialidades de la biotecnología Blanca (Industria y Procesos Industriales), Gris (Mejora del Ambiente), Verde (Agricultura), Azul (Acuática), Roja (Salud), Amarilla (Industria Alimentaria), Negra (Forense), Marrón (Veterinaria), Violeta (Propiedad Intelectual y Bioseguridad), Dorada (Bioinformática y Nanotecnología) y todas las demás definidas por la UNESCO. |

Es importante resaltar que con el fin de darle seguimiento a los futuros graduados, la carrera mantendrá una base de datos, para establecer contacto y conocer necesidades y aspectos que desde la academia se les pueda dar acompañamiento y a la vez que exista retroalimentación para el proceso de formación de los futuros profesionales en este campo. Además la universidad también realiza un seguimiento a los graduados por medio del Programa Alma Mater, al cual se tiene acceso en caso de ser necesario.

## 3.2. Perfil profesional del graduado (competencias o saberes: conceptual, procedimental)

Adicionalmente a las competencias del Bachiller en Biología con énfasis en Biotecnología, el Licenciado en Biotecnología desarrollará las siguientes competencias.

**Aprender a Conocer**

1. Los conocimientos, procedimientos, el diseño y las metodologías para la formulación, gestión y desarrollo de la investigación.
2. Las bases fundamentales y las herramientas tecnológicas que le permita aplicar su conocimiento en el ejercicio profesional de la biotecnología.
3. Las políticas y regulaciones relacionadas a la biotecnología.
4. Las bases teóricas del emprendedurismo, economía, administración, regencia, normas de manufactura y calidad (ISO) aplicadas a las ciencias biológicas.
5. Las metodologías de estadística aplicada y análisis de datos.
6. Las diferentes técnicas en el tratamiento de aguas residuales, producción de metabolitos a partir de microalgas y diagnóstico molecular.
7. Los alcances de la biotecnología y sus implicaciones en el ambiente.
8. El uso de la genómica, biología sintética, enzimología y la biología funcional en aplicaciones biotecnológicas.
9. Las bases teóricas y metodológicas de la ingeniería en bioprocesos asociados a la Biotecnología.

**Aprender a Hacer**

1. Generar conocimientos de forma individual, disciplinaria, interdisciplinaria, y multidisciplinaria.
2. Conducir estudios relacionados con aplicaciones biotecnológicas.
3. Desarrollar propuestas estratégicas y competitivas para el financiamiento de programas de investigación, desarrollo y producción biotecnológica.
4. Generar estrategias de comunicación y relaciones públicas para fomentar políticas biotecnológicas.
5. Aplicar los principios de la administración y la regencia en el ejercicio profesional.
6. Aplicar análisis estadísticos en el ejercicio profesional.
7. Desarrollar los elementos de la gestión de la calidad.
8. Cultivar, mejorar y modificar microorganismos u otros organismos que sean útiles como productos biotecnológicos y en el control o erradicación de problemas socioambientales.
9. Aplicación de biotecnología en el tratamiento de la contaminación.
10. Utilizar la genómica, biología sintética, enzimología y la biología funcional en aplicaciones biotecnológicas.
11. Aplicar técnicas para el tratamiento de aguas residuales, producción de metabolitos a partir de microalgas y el diagnóstico molecular.
12. Aplicar los principios de la ingeniería en bioprocesos asociados a la Biotecnología.

3.3 Perfil Actitudinal del graduado

Al finalizar el plan de estudios, cada estudiante poseerá las siguientes actitudes:

1. Muestra disposición del trabajo inter- y multidisciplinario con ética y respeto para colaborar en la solución de problemas socio-ambientales.
2. Posee una actitud crítica, reflexiva, propositiva y proactiva.
3. Demuestra una actitud emprendedora en el ejercicio profesional.
4. Muestra creatividad y liderazgo para desarrollar programas académicos y proyectos de investigación, extensión, educación ambiental, producción y desarrollos biotecnológicos.
5. Muestra iniciativa para actualizarse y mejorar su desarrollo profesional.
6. Muestra disposición para agremiarse en cuerpos colegiados según lo estipula la Ley.
7. Valora su intervención en actividades biológicas que tiendan al mejoramiento de la calidad de vida.
8. Promueve el desarrollo de nuevas actividades comerciales y de emprendedurismo.
9. Colabora y lidera proyectos destinados a mejorar los procesos productivos, ambientales y de calidad de vida.
10. Es un impulsor del desarrollo sustentable.

.

# 4. OBJETIVOS DEL PLAN DE ESTUDIOS

## 4.1 Objetivo General

Formar profesionales en el área de la biotecnología que cuenten con valores éticos, una actitud emprendedora y crítica ante las problemáticas socio ambientales del país y que además puedan aportar soluciones a la sociedad en el campo ambiental, industrial y de salud.

## 4.2. Objetivos Específicos

1. Promover la puesta en práctica de valores éticos que busquen el desarrollo humano garantizando el equilibrio ecológico necesario para el bienestar de las generaciones futuras.
2. Capacitar a los futuros profesionales en el diseño y ejecución de investigaciones basadas en la aplicación del método científico en el área de la biotecnología.
3. Desarrollar el emprendedurismo en los futuros profesionales de manera que puedan ser creativos y den aportes útiles a la sociedad.

## MALLA CURRICULAR

A continuación se presenta la malla curricular del plan de estudios, la cual refleja la relación existente entre los requisitos y los correquisitos de cada curso, lo cual a su vez genera información sobre el grado de vinculación que estos cursos presentan en el plan de estudios.

V Nivel

II Ciclo

Optativo II

Seminario de Biotecnología II

Diseño de proyectos en Biotecnología II

Optativo I

Bioestadística Aplicada

Seminario de Biotecnología I

Diseño de proyectos en Biotecnología I

V Nivel

I Ciclo

Trabajo Final de Graduación

Área de Investigación

Área de Biotecnología

Optativo II

Optativo I

Principios de administración y Regencia de laboratorios Biológicos

## ESTRUCTURA CURRICULAR

Como se mostró en el apartado anterior, el plan de estudios cuenta con seis cursos obligatorios, todos ellos son suficientes para lograr atender el perfil profesional establecido. Además se proponen cuatro cursos optativos, los cuales a su vez nutren y fortalecen este perfil. Debido a que los avances en la biotecnología están en desarrollo en el país y en el mundo, se espera que los cursos optativos permitan abordar temáticas emergentes en esta área, y esto le dará al futuro graduado fortalezas en varias de las disciplinas planteadas además de que permite una mayor flexibilidad curricular. Debido a lo anterior, los cursos optativos planteados son muy variados, algunos de estos son de naturaleza teórica mientras que otros incluyen una parte práctica, por esta razón no se definió un desglose de las horas totales semanales con el fin de poder incluir nuevos cursos acordes con las nuevas tendencias y avances en la biotecnología en cualquier momento de la ejecución del plan de estudios. A continuación se presenta la estructura curricular tomando en cuenta los cursos obligatorios:

**ESTRUCTURA CURRICULAR**

**Licenciatura en Biotecnología**

**2017**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Código** | **Nivel** | **Ciclo lectivo** | **Nombre del curso** | **No. Créd** | **HORAS POR SEMANA** | | | | | | **Hrs**  **Docente** |
| **Presenciales/Contacto** | | | | **Hrs E. Ind** | **Total de horas** |
| **Teoría** | **Práctica** | **Gira** | **Lab** |
| **I CICLO V NIVEL** | | | | | | | | | | | |
|  | V | I | Diseño de proyectos en biotecnología I | 4 | 2 | 2 | - | - | 7 | 11 | 4 |
|  | V | I | Seminario de biotecnología I | 4 | 2 | 2 | - | - | 7 | 11 | 4 |
|  | V | I | Bioestadística Aplicada | 4 | 3 | - | - | 2(B) | 6 | 11 | 5 |
|  | V | I | Optativo I | 3 | - | - | - | - | - | 8 | 3-5 |
|  | V | I | Optativo II | 3 | - | - | - | - | - | 8 | 3-5 |
| **SUBTOTAL 18 CRÉDITOS** | | | | | | | | | | | |
| **II CICLO V NIVEL** | | | | | | | | | | | |
|  | V | II | Diseño de proyectos en biotecnología II | 4 | 1 | 3 | - | - | 7 | 11 | 4 |
|  | V | II | Seminario de biotecnología II | 4 | 2 | 2 | - | - | 7 | 11 | 4 |
|  | V | II | Principios de Administración y Regencia de laboratorios Biológicos\* | 4 | 3 | 2 | \* | - | 6 | 11 | 5 |
|  | V | II | Optativo I | 3 | - | - | - | - | - | 8 | 3-5 |
|  | V | II | Optativo II | 3 | - | - | - | - | - | 8 | 3-5 |
|  |  |  | Trabajo Final de Graduación | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| **SUBTOTAL 18 CRÉDITOS** | | | | | | | | | | | |
| **TOTAL DE CRÉDITOS 36** | | | | | | | | | | | |

\* Curso que incluye giras

## 7. DESCRIPTORES DE LOS CURSOS

## 7.1 CURSOS OBLIGATORIOS

**Nombre: Diseño de proyectos en Biotecnología I**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 04 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo | Ciclo I |
| Naturaleza | Teórico-práctico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso | Obligatorio |
| Horas Presenciales/Contacto | 02 HT y 02 HP |
| Horas de Estudio Independiente | 07 HEI |
| Horas Totales por Semana | 11 H |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Horas docente | 04 HD |
| Requisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Correquisitos | Seminario de Biotecnología I  Bioestadística Aplicada |
| Nombre del profesor | Lic. Narcy Villalobos Sandí |

**Descripción general del curso**

La biotecnología es un área interdisciplinaria que hoy en día, ha sido muy desarrolla en Costa Rica y en el mundo. Esto hace que para investigar en esta área, se necesite además de aplicar el método científico, identificar situaciones que lleven a la búsqueda de soluciones de alguna problemática en particular. Es por esto que el curso Diseño de proyectos en Biotecnología I pretende guiar al estudiante en la búsqueda de ideas de investigación que fomente el planteamiento de proyectos de investigación, que a su vez permita llenar vacíos existentes o solucionar una problemática.

**Objetivo general**

Desarrollar una idea de investigación en biotecnología que permita al estudiante la elaboración de un proyecto conducente a la solución de problemáticas propias de este campo.

**Objetivos específicos**

1. Describir algunas problemáticas en el área de la biotecnología que puedan ser resueltas mediante la investigación.
2. Identificar ideas de investigación viables que puedan conducirlos al desarrollo de proyectos atinete al campo del estudio de la biotecnología.
3. Poner en práctica procedimientos que enseñan al estudiante proecesos que faciliten en el futuro la elaboración del anteproyecto del trabajo final de graduación.
4. Valorar la elaboración de proyectos de investigación desde una posición ética y responsable.

**Contenidos**

1. Línea viales de investigación en Biotecnología en Costa Rica
2. Guías de elaboración de proyectos de investigación
3. Planteamiento del problema de investigación
4. Objetivos de investigación
5. Construcción de antecedentes y justificación
6. Abordaje teórico de la investigación
7. Abordaje metodológico de la investigación
8. Referenciación y citación

**Bibliografía**

[Barrantes Echavarría](http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/search.do?vl(freeText0)=Rodrigo+Barrantes+Echavarr%c3%ada&vl(592988967UI0)=creator&vl(592988966UI1)=all_items&fn=search&tab=una_tab&mode=Basic&vid=UNA&scp.scps=scope%3a(una_dspace)%2cscope%3a(506UNA)%2cprimo_central_multiple_fe&ct=lateralLinking), R. (2013). *Investigación: un camino al conocimiento: un enfoque cualitativo y cuantitativo*. Costa Rica: EUNED.

Cea D'Ancona, M. A. (2011). *Análisis multivariable: teoría y práctica en la investigación social*. Madrid: Sintesis.

Hernández Sampier, R; Fernández Collado, C y Baptista Lucio, [M.P. (2014).](http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/search.do?vl(freeText0)=+Mar%c3%ada+del+Pilar+Baptista+Lucio&vl(592988967UI0)=creator&vl(592988966UI1)=all_items&fn=search&tab=una_tab&mode=Basic&vid=UNA&scp.scps=scope%3a(una_dspace)%2cscope%3a(506UNA)%2cprimo_central_multiple_fe&ct=lateralLinking) *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.

Landero Hernández, R. (2014). *Estadística con SPSS y metodología de la investigación*. México: Trillas.

Yuni, J. A. y Ariel Urbano, C. (2015). *Técnicas para investigar*. Argentina: Editorial Brujas..

**Nombre: Seminario de Biotecnología I**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 04 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo | Ciclo I |
| Naturaleza | Teórico-práctico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso | Obligatorio |
| Horas Presenciales/Contacto | 02HT y 02HP |
| Horas de Estudio Independiente | 07 HEI |
| Horas Totales por Semana | 11 |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Horas docente | 04 HD |
| Requisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Correquisitos | Diseño de proyectos en Biotecnología I |
| Nombre del profesor | M.Sc. Carola Scholz |

**Descripción general del curso**

En este curso de seminario se realizará un trabajo de profundización en algunos temas que abarcan la biotecnología, permitiendo a los estudiantes discutir sobre trabajos recientes en diferentes tópicos desde el enfoque de teorías e hipótesis distintas, con el consiguiente abordaje metodológico y el aporte que cada uno de ellos pueda dar a la sociedad. Lo anterior se plantea con el fin de que los estudiantes relacionen los conocimientos adquiridos en su formación durante el bachillerato con los conocimientos más recientes en algunas áreas específicas de la Biotecnología, tales como: ambiente, vegetal, salud, industrial, marina, entre otras. Esto contribuye a que los estudiantes construyan una visión crítica y global de las problemáticas relacionadas con el tema, así como la búsqueda de posibles soluciones que ayuden a la sociedad. El desarrollo de estas temáticas será crucial para el planteamiento del problema de investigación, es por esto que este curso se planifica en conjunto con el curso de Diseño de proyectos en Biotecnología I.

**Objetivo general**

Analizar diversos escenarios problemáticos en el área de la biotecnología, con el fin de profundizar en cada uno de ellos y poder visualizar posibles soluciones a los mismos en nuestra realidad nacional.

**Objetivos específicos**

1. Discutir la situación actual de la biotecnología en Costa Rica.
2. Explicar los alcances de la diferentes área de las biotecnología.
3. Interpretar esas problemáticas en el campo de salud para buscar soluciones.
4. Ser conscientes del grado de avance del tema en particular y sus aportes a nuestra sociedad.

**Contenidos**

1. Situación de la biotecnología en Costa Rica y el mundo
2. Biotecnología y ambiente
3. Biotecnología vegetal
4. Biotecnología y salud
5. Biotecnología industrial
6. Biotecnología marina

**Bibliografía**

Kristiansen, B; Ratledge, C. (2013). *Basic biotechnology*. U.K.: Cambridge University Press.

Lemke, [T. L](http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/search.do?vl(freeText0)=Thomas+L+Lemke&vl(592988967UI0)=creator&vl(592988966UI1)=all_items&fn=search&tab=una_tab&mode=Basic&vid=UNA&scp.scps=scope%3a(una_dspace)%2cscope%3a(506UNA)%2cprimo_central_multiple_fe&ct=lateralLinking) ; Williams, [D. A;](http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/search.do?vl(freeText0)=+David+A+Williams&vl(592988967UI0)=creator&vl(592988966UI1)=all_items&fn=search&tab=una_tab&mode=Basic&vid=UNA&scp.scps=scope%3a(una_dspace)%2cscope%3a(506UNA)%2cprimo_central_multiple_fe&ct=lateralLinking)  Roche, V. F. y Zito. (2013). *William Foye's principles of medicinal chemistry*. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins. USA.

Liu, [S. (2012).](http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/search.do?vl(freeText0)=Shijie+Liu&vl(592988967UI0)=creator&vl(592988966UI1)=all_items&fn=search&tab=una_tab&mode=Basic&vid=UNA&scp.scps=scope%3a(una_dspace)%2cscope%3a(506UNA)%2cprimo_central_multiple_fe&ct=lateralLinking) *Bioprocess engineering: kinetics, biosystems, sustainability, and reactor design.* Amsterdam : Elsevier.

Mehta, [Bhavbhuti M. y](http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/search.do?vl(freeText0)=Bhavbhuti+M+Mehta&vl(592988967UI0)=creator&vl(592988966UI1)=all_items&fn=search&tab=una_tab&mode=Basic&vid=UNA&scp.scps=scope%3a(una_dspace)%2cscope%3a(506UNA)%2cprimo_central_multiple_fe&ct=lateralLinking)  Kamal Eldin. ([2012](http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/search.do?vl(freeText0)=+Afaf+Kamal+Eldin&vl(592988967UI0)=creator&vl(592988966UI1)=all_items&fn=search&tab=una_tab&mode=Basic&vid=UNA&scp.scps=scope%3a(una_dspace)%2cscope%3a(506UNA)%2cprimo_central_multiple_fe&ct=lateralLinking)). *Fermentation: effects on food properties. Series: Chemical and functional properties*. USA: CRC Press Taylor and Francis Group.

**Nombre: Bioestadística Aplicada**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera | 060211 |
| Código del Curso |  |
| Naturaleza | Teórico-práctico |
| Tipo de curso | Regular |
| Nivel | V |
| Periodo Lectivo | Ciclo I |
| Tipo de curso | Obligatorio |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Créditos | 04 |
| Horas contacto | 05 |
| Horas Presenciales | 03 HT y 2 HP |
| Horas de Estudio Independiente | 06 HEI |
| Horas Totales por Semana | 11 H |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Horas docente | 05 HD |
| Requisitos o Correquisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Correquisitos | Diseño de proyectos en Biotecnología I |
| Profesora | Dra. Karol Ulate Naranjo |

**Descripción general del curso**

Este curso comprende la aplicación de la bioestadística y las técnicas de diseño experimental y muestreo, tanto en trabajos de laboratorio como de campo en el área de la biotecnología. Incluirá una revisión de los elementos de la bioestadística y su uso en estudios de caso de investigaciones específicas en las diferentes aplicaciones de la biotecnología, para preparar a los estudiantes en el análisis adecuado de resultados en un ámbito académico y laboral.

**Objetivo general**

Aplicar los conocimientos de la bioestadísticas al diseño de investigaciones en el área de la biotecnología con el fin de proporcionar al estudiante herramientas que le permita tomar decisiones de acuerdo con los resultados obtenidos.

**Objetivos específicos**

* Implementar los elementos teóricos-prácticos de la bioestadistica en el uso correcto de los datos, descripción, interpretación y análisis de fenómenos obtenidos.
* Plantear el diseño muestreal o experimental *a priori* en estudios científicos, para una eficiente y correcta planificación y recopilación de los datos.
* Sistematizar de manera concisa la información obtenida, considerando los atributos observados para generar una clasificación y análisis oportunos.
* Comprender las bases teóricas y aplicación de los métodos de regresión y correlación lineal simple, múltiple y no lineal; incluyendo análisis multivariados como Análisis de Componentes Principales, Análisis de Discriminantes, Análisis de Correlaciones Canónicas y Análisis Factoriales.

**Contenidos**

1. Planificación del diseño estadístico de experimentos y muestreos.
2. Sistematización de la información necesaria para responder las hipótesis de trabajo.
3. Teoría y aplicación de los métodos de regresión y correlación lineal simple, múltiple y no lineal y análisis multivariados como Análisis de Componentes Principales, Análisis de Discriminantes, Análisis de Correlaciones Canonicas y Análisis Factoriales.
4. Integración de la información, selección correcta del análisis según los datos e interpretación de los resultados.

**Bibliografía**

Ambrose, H. W. (2007). A handbook of biological investigation. Winston al Salem, N.C. Hunter Textbooks.

Cohen, Y., & Cohen, J. Y. (2008). Statistics and data with R. Chichester: Wiley

Daniel, W. (2008). Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud. México. Edit. Limusa Wiley.

Faraway, J. J. (2002). Practical Regression and Anova using R. Published on the URL: http://www.cran.r-project.org/doc/contrib/Faraway-PRA.pdf.

Faraway, J. J. (2006). Extending the linear model with R: Generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models. Boca Ratón: Chapman & Hall/CRC.

Gómez Barrantes, M. (1998). Elementos de estadística descriptiva. San José, C.R. EUNED.

Gutiérrez Espeleta, E. E. (1995). Métodos estadísticos para las ciencias biológicas. San José, Costa Rica: Euna.

Ho, P. (2016). Applied Statistics for Food and Biotechnology (Integrating Food Science and Engineering Knowledge into the Food Chain 8). Springer.

Maindonald, J. H., & Braun, J. (2003). Data analysis and graphics using R: An example-based approach. Cambridge, UK: Cambridge University Press

Milton, J. S., Delgado Crespo, D., Llovet Verdugo, J., &Martínez Valero, J. (2007). Estadística para biología y ciencias de la salud. Madrid: McGraw al Hill Interamericana.

Quick, J.M. (2010). Statistical Analysis with R. Birmingham, UK. Packt Publishing Ltd.

Quinn, G. P., & Keough, M. J. (2002). Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Reimann, C., Filzmoser, P., Garrett, R. F., & Dutter, R. (2008). Statistical Data Analysis Explained: Applied Environmental Statistics with R. Chichester: John Wiley & Sons.

Tabachnick, B.G. & Fidell, L.S. (2013). Using multivariate statistics. 6th Edition. London, UK. Pearson New International Edition, Inc.

Timm, N.L. (2002). Applied multivariate analysis. Springer-Velag New York, Inc.

Yin, R.K. (2014). Case study research: design and methods. Sage Publications, Los Angeles, USA.

Zar, J. H. (2010). Biostatistical analysis. 5th edition. Upper Saddle River, N.J. Prentice Hall.

Zhang, L. (2016). Nonclinical Statistics for Pharmaceutical and Biotechnology Industries. North Chicago, IL, USA. Springer International Publishing.

**Nombre del curso: Diseño de proyectos en biotecnología II**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 04 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo | Ciclo II |
| Naturaleza | Teórico-práctico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso | Obligatorio |
| Horas Presenciales/Contacto | 01 HT y 03 HP |
| Horas de Estudio Independiente | 07 HEI |
| Horas Totales por Semana | 11 H |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Horas docente | 04 HD |
| Requisitos | Diseño de proyectos en Biotecnología I |
| Correquisitos | Seminario de Biotecnología II |
| Nombre del profesor | Lic. Narcy Villalobos Sandí |

**Descripción**

En este curso se da continuación al trabajo realizado por el estudiante en el curso Diseños de proyectos I. Se orienta al estudiante en la recolección de sus resultados y en la presentación de los mismos para la elaboración del informe final de un proyecto. Para que esto se lleve a cabo, es necesario un trabajo en conjunto entre el estudiante y profesor del curso por lo que se espera que al finalizar dicho curso el estudiante sea capaz de organizar y analizar datos productos de un trabajo tanto de laboratorio como de campo. Además, que pueda sistematizar en un documento los resultados de la investigación simulando así la elaboración de un informe final.

**Objetivo general**

Establecer un seguimiento al estudiante en la aplicación de las técnicas para la recolección de datos y su análisis, con el fin de que sistematice la información en un informe final.

**Objetivos específicos**

1. Planificar un cronograma específico con el estudiante que permita la recolección de los datos para su análisis.
2. Organizar los datos recolectados para la realización del análisis correspondiente.
3. Aplicar pruebas estadísticas en los datos para facilitar el análisis de los mismos.
4. Elaborar un informe final de investigación.
5. Valorar la importancia de la investigación en su proceso de formación.

**Contenidos**

1. Recolección de datos y su organización
2. Análisis de los datos recolectados
3. Aplicación de pruebas estadísticas y su análisis
4. Guía para la escritura del informe final

**Bibliografía**

[Barrantes Echavarría](http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/search.do?vl(freeText0)=Rodrigo+Barrantes+Echavarr%c3%ada&vl(592988967UI0)=creator&vl(592988966UI1)=all_items&fn=search&tab=una_tab&mode=Basic&vid=UNA&scp.scps=scope%3a(una_dspace)%2cscope%3a(506UNA)%2cprimo_central_multiple_fe&ct=lateralLinking), R. (2013). *Investigación: un camino al conocimiento: un enfoque cualitativo y cuantitativo*. Costa Rica: EUNED.

Cea D'Ancona, M. A. (2011). *Análisis multivariable: teoría y práctica en la investigación social*. Madrid: Sintesis.

Hernández Sampier, R; Fernández Collado, C y Baptista Lucio, [M.P. (2014).](http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/search.do?vl(freeText0)=+Mar%c3%ada+del+Pilar+Baptista+Lucio&vl(592988967UI0)=creator&vl(592988966UI1)=all_items&fn=search&tab=una_tab&mode=Basic&vid=UNA&scp.scps=scope%3a(una_dspace)%2cscope%3a(506UNA)%2cprimo_central_multiple_fe&ct=lateralLinking) *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.

Landero Hernández, R. (2014). *Estadística con SPSS y metodología de la investigación*. México: Trillas.

Yuni, J. A. y Ariel Urbano, C. (2015). *Técnicas para investigar*. Argentina: Editorial Brujas..

**Nombre: Seminario de Biotecnología II**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 04 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo | Ciclo II |
| Naturaleza | Teórico-práctico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso | Obligatorio |
| Horas Presenciales/Contacto | 02HT y 02HP |
| Horas de Estudio Independiente | 07 HEI |
| Horas Totales por Semana | 11 |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Horas docente | 04 HD |
| Requisitos | Seminario de Biotecnología I |
| Correquisitos | Diseño de proyectos en biotecnología II |
| Nombre del profesor | M.Sc. Rodolfo Umaña Castro |

**Descripción general del curso**

Este curso permite una mayor profundización de los temas estudiados en el Seminario de Biotecnología I. En este caso se pretende que cada estudiante avance en su campo de interés de estudio para que realice una investigación dentro de uno de los ejes disciplinares que se estudiaron en el curso anterior y pueda establecer una relación directa entre ambos. Debido a esto, la orientación de este seminario estará vinculada directamente con las propuestas de investigaciones que tengan ya concretadas los estudiantes con el fin de que retroalimenten el trabajo realizado en el curso Diseño de proyectos en biotecnología II.

De forma complementaria, durante el desarrollo del curso, se pueden identificar otras áreas de interés de la biotecnología que puedan brindar aportes importantes a las propuestas de investigación de los participantes. En dicho caso, se presentan al grupo y pueden ser abarcadas en las exposiciones en el desarrollo del mismo.

**Objetivo general**

Analizar situaciones concretas de algunas áreas disciplinares de la biotecnología, con el fin de hacer un estudio más profundo, que permita la retroalimentación de los trabajos de investigación de cada estudiante.

**Objetivos específicos**

1. Discutir sobre las propuestas de investigación que trabajan los estudiantes en sus proyectos.
2. Establecer relaciones entre estas propuestas y las áreas disciplinares de la biotecnología.
3. Detectar otras áreas de la biotecnología que puedan brindar aportes en la ejecución de las propuestas de investigación que desarrollan los estudiantes.

**Contenidos**

1. Propuestas de investigación de los estudiantes
2. Áreas disciplinares de la biotecnología
3. Otras áreas de la biotecnología que enriquecen las propuestas de investigación
4. Relación de estas áreas con las propuestas de investigación de los estudiantes

**Bibliografía**

Kristiansen, B; Ratledge, C. (2013). *Basic biotechnology*. U.K.: Cambridge University Press.

Lemke, [T. L](http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/search.do?vl(freeText0)=Thomas+L+Lemke&vl(592988967UI0)=creator&vl(592988966UI1)=all_items&fn=search&tab=una_tab&mode=Basic&vid=UNA&scp.scps=scope%3a(una_dspace)%2cscope%3a(506UNA)%2cprimo_central_multiple_fe&ct=lateralLinking) ; Williams, [D. A;](http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/search.do?vl(freeText0)=+David+A+Williams&vl(592988967UI0)=creator&vl(592988966UI1)=all_items&fn=search&tab=una_tab&mode=Basic&vid=UNA&scp.scps=scope%3a(una_dspace)%2cscope%3a(506UNA)%2cprimo_central_multiple_fe&ct=lateralLinking)  Roche, V. F. y Zito. (2013). *William Foye's principles of medicinal chemistry*. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins. USA.

Liu, [S. (2012).](http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/search.do?vl(freeText0)=Shijie+Liu&vl(592988967UI0)=creator&vl(592988966UI1)=all_items&fn=search&tab=una_tab&mode=Basic&vid=UNA&scp.scps=scope%3a(una_dspace)%2cscope%3a(506UNA)%2cprimo_central_multiple_fe&ct=lateralLinking) *Bioprocess engineering: kinetics, biosystems, sustainability, and reactor design.* Amsterdam : Elsevier.

Mehta, [Bhavbhuti M. y](http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/search.do?vl(freeText0)=Bhavbhuti+M+Mehta&vl(592988967UI0)=creator&vl(592988966UI1)=all_items&fn=search&tab=una_tab&mode=Basic&vid=UNA&scp.scps=scope%3a(una_dspace)%2cscope%3a(506UNA)%2cprimo_central_multiple_fe&ct=lateralLinking)  Kamal Eldin. ([2012](http://tcna.primo.hosted.exlibrisgroup.com/primo_library/libweb/action/search.do?vl(freeText0)=+Afaf+Kamal+Eldin&vl(592988967UI0)=creator&vl(592988966UI1)=all_items&fn=search&tab=una_tab&mode=Basic&vid=UNA&scp.scps=scope%3a(una_dspace)%2cscope%3a(506UNA)%2cprimo_central_multiple_fe&ct=lateralLinking)). *Fermentation: effects on food properties. Series: Chemical and functional properties*. USA: CRC Press Taylor and Francis Group.

**Nombre: Principios de Administración y Regencia de laboratorios Biológicos**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 04 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo | Ciclo II |
| Naturaleza | Teórico-práctico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso | Obligatorio |
| Horas Presenciales/Contacto | 3HT y 02 HP |
| Horas de Estudio Independiente | 06 HEI |
| Horas Totales por Semana | 11 HT |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Horas docente | 05HD |
| Requisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Correquisitos | Ninguno |
| Nombre del Profesor | MPM. Abad Rodríguez Rodríguez |

**Descripción general del curso**

El curso Principios de Administración y Regencia de laboratorios dará a conocer a los estudiantes de la Licenciatura en Biotecnología los conocimientos y generalidades sobre los principios de administración y regencias biológicas, con la finalidad de su aplicación en el entorno laboral y profesional una vez graduado de la universidad. Para llevar a cabo esto, se realizarán giras a laboratorios de empresas o instituciones con suficiente experiencia, las cuales van a fortalecer la formación del futuro profesional así como reforzarán los conocimientos adquiridos.

**Objetivo general**

Analizar los procedimientos generales, tanto legales como administrativos, que rigen el entorno profesional del biotecnólogo, con el fin de que este conocimiento sea una herramienta para su ejercicio profesional.

**Objetivos específicos**

1. Reconocer la complejidad de los aspectos de los sistemas de recursos humanos en las organizaciones.
2. Aplicar los principios básicos de la planificación, negociación y liderazgo en los procesos administrativos, para su uso en su práctica profesional.
3. Identificar riesgos en proyectos, actividades administrativas o legales, con el fin de que se planteen soluciones.
4. Ser conciente de la legislación atinente a su ejercicio profesional

**Contenidos**

1. Recursos Humanos y Desarrollo Organizacional
2. Planificación en el ejercicio profesional
3. Liderazgo y Negociación
4. Gestión del Riesgo en el ejercicio profesional
5. Elementos Financieros y legislación
6. Diseño de Laboratorios

**Bibliografía**

Chamoum, Y (2008) *Administración Profesional de Proyectos. La Guía*. Project Management Institute. Mc Graw Hill.

Dana, Daniel (2001). *Conflict resolution. Mediation tools for everyday worklife*. McGraw-Hill.

Gerzon, Mark (2006). *Leading through conflict. How successful leaders transform differences into opportunities*. USA: Harvard Business School Press.

Kendrick, T. (2009). *Identifying and Managing Project Risk* (Segunda Edición). Nueva York, Estados Unidos: Amacon.

Project Management Institute. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge* (PMBOK® Guide). Fifth Edition. Pennsylvania, EEUU: Project Management Institute, Inc.

Project Management Institute. (2013). A *Guide to the Project Management Body of Knowledge* (PMBOK® Guide). Fifth Edition. Pennsylvania, EEUU: Project Management Institute, Inc.

Ronald H. Ballou. (2004) *LOGISTICA: Administración de la cadena de suministro*. Editorial Pearson. Quinta Edición.

## 7.2 CURSOS OPTATIVOS

**Nombre: Biología Forense**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 03 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo |  |
| Naturaleza | Teórico-práctico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso | Optativo |
| Horas Presenciales/Contacto | 02 HT y 02HP |
| Horas de Estudio Independiente | 04 HEI |
| Horas Totales por Semana | 8 H |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Horas docente | 04 |
| Requisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Correquisitos | Ninguno |
| Nombre del Profesor | M.Sc. Rodolfo Vargas Fuentes |

**Descripción general del curso**

El curso de Biología Forense pretende ahondar en las generalidades de las Ciencias Forenses, dando énfasis en la profundización de la Biología como Auxiliar de las Autoridades Judiciales de nuestro país, para el esclarecimiento de hechos punibles.

Manejando los conceptos básicos sobre levantamiento, manipulación, embalaje, preservación, análisis y resultados del indicio biológico como testigo presencial de un acto delictivo, sin dejar de lado debido manejo de la Cadena de Custodia, con el fin de que el estudiante de la Carrera de Biología con Énfasis en Biotecnología pueda aplicar los conocimientos adquiridos en cursos avanzados y en su futuro desempeño profesional. La parte experimental y práctica busca el acercamiento del estudiante a las técnicas generales para el rastreo de elementos de origen biológico, en escenarios con diferente casuística, donde su análisis y razonamiento lo lleve a plantearse hipótesis que ayuden con el esclarecimiento del hecho delictivo desde una perspectiva científica.

**Objetivo general**

Evaluar el aporte de la Biología en el esclarecimiento de un delito con el fin de que este conocimiento sea una herramienta para su desenvolvimiento como futuro profesional.

**Objetivos específicos**

1. Establecer cuando una evidencia de origen biológico es importante para el esclarecimiento de hechos.
2. Distinguir a nivel macro y microcoscópico la clasificación de un elemento cuestionado, su especificidad y su importancia para el proceso de investigación.
3. Identificar las partes que componen un Dictamen Criminalistico y la forma de redactarlos.
4. Demostrar destrezas para el trabajo de campo y laboratorio en búsqueda de elementos traza de interés forense.
5. Ser conciente de la importancia de la biotecnología en la resolucion de casos a nivel crimilalístico

**Contenidos**

1. Introducción a las Ciencias Forenses
2. Bioseguridad
3. Unidades que conforman la Biología Forense: Tricología, fibras, botánica, entomología, ambiente, otras
4. Estructura del Dictamen Criminalístico
5. Código de conducta de la AICEF

**Bibliografía**

David, W. y Jason, H. (2012). *Forensic Botany a Practical Guide*. USA: John Wiley & Sons, Ltd.

Miller H. (2005). *Forensic Botany Principles and Applications to Criminal Casework*. USA: CRC Press.

Molejón, S. (2003). *Manual de Biología Criminalística*. Cuba: Editorial Linotipia Bolívar.

Ralph, W. (2005) *Wetland Indicators A Guide to Wetland Identification, Delination, Classification, and Mapping*. USA: CRC Press LLC.

Salas, M. (2011) *Manual de Ciencias Forenses*. Heredia, Costa Rica: Poder Judicial, Depto de Artes Gráficas.

**Nombre: Biología sintética**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 03 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo |  |
| Naturaleza | Teórico- Práctico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso | Optativo |
| Horas Presenciales/Contacto | 02 HT y 02 HL (Tipo B) |
| Horas de Estudio Independiente | 04 HEI |
| Horas Totales por Semana | 08 H |
| Horas Atención Estudiantes | 03 HAE |
| Horas docente | 04 HD |
| Requisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Correquisitos | Ninguno |
| Nombre del Profesor | Dr. Frank Solano Campos |

**Descripción**

Este curso pretende introducir a los estudiantes al campo emergente de la biología sintética, una disciplina que crece rápidamente y que se basa en los principios establecidos de la ingeniería genética y la biotecnología, al integrar acercamientos bioinformáticos y de ingeniería para diseñar y construir nuevos sistemas biológicos. El estudiante comprenderá como muchos organismos vivos están siendo selectivamente alterados al modificar substancialmente parte de sus genomas, permitiendo inclusive la creación de nuevas especies de organismos.

El curso introducirá conceptos fundamentales de biología molecular e ingeniería, para luego explorar el uso de ingeniería y diseño sistemático para integrar partes biológicas bien caracterizadas en un sistema existente o para la construcción de protocélulas usando bloques químicos y bioquímicos desde cero. Se analizarán ejemplos de aplicaciones innovadoras como la producción de biocombustibles a partir de materias primas renovables, la biosíntesis microbiana de productos farmacéuticos y químicos, y el diseño e implementación de biosensores para detectar infecciones y la contaminación ambiental. Por último, se tomarán en cuenta los aspectos éticos, legales y sociales que rodean este campo.

**Objetivo general**

Evaluar los conceptos básicos de la biología sintética, así como sus aplicaciones e impacto en diversos problemas globales existentes, fomentando en los estudiantes la creatividad para el diseño de nuevos sistemas biológicos.

**Objetivos específicos**

1. Comprender los conceptos básicos de la ingeniería que permiten diseñar y construir nuevos sistemas biológicos.
2. Explicar las tecnologías fundadoras de la biología sintética.
3. Mencionar las partes, los dispositivos y los sistemas que se utilizan en la integración de nuevos sistemas biológicos.
4. Describir los modelos de sistemas biológicos sintéticos, las herramientas computacionales para desarrollarlos y sus aplicaciones
5. Valorar el impacto de la biología sintética en la sociedad, la industria y el medio ambiente.

**Contenidos**

1. Principios de ingeniería y biología sintética
2. Tecnologías fundadoras
3. Vida sintética y sistemas biológicos mínimos
4. Partes, dispositivos y sistemas
5. Modelaje de sistemas biológicos sintéticos y sus aplicaciones
6. Impacto social de la biología sintética

**Bibliografía**

Baldwin, G., Bayer, T., Dickinson, R., Ellis, T., Freemont, P. S., Kitney, R. I., Polizzi, K. y Stan G. (2012). *Synthetic Biology: A Primer*. Imperial College Press.

Liljeruhm, J., Gullberg, E. y Forster, A. C. (2014). *Synthetic Biology: A Lab Manual*. World Scientific.

Polizzi, K. M. y Kontoravdi, C. (Eds). (2013). *Synthetic Biology. Methods in Molecular Biology*, Volume 1073. Humana Press.

Schmidt, M. (2012). *Synthetic Biology: Industrial and Environmental Applications*. Wiley-Blackwell.

Luisi, P. L. y Chiarabelli, C. (2011). *Chemical Synthetic Biology*. Wiley.

**Nombre: Biotecnología Vegetal**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 03 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo |  |
| Naturaleza | Teórico-práctico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso | Optativo |
| Horas Presenciales/Contacto | 02 HT y 2 HL (Tipo A) |
| Horas de Estudio Independiente | 04 HEI |
| Horas Totales por Semana | 08 H |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Horas docente | 04 HD |
| Requisitos o Correquisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Nombre del Profesor | Dr. Frank Martín Solano Campos |

**Descripción general del curso**

El curso de Biotecnología Vegetal describe los métodos y aplicaciones de la ingeniería genética y biología molecular para el mejoramiento de plantas. Se dará énfasis a las técnicas de manipulación genética de plantas, a los sistemas de control de la expresión de genes y a las características que han sido mejoradas por medio de la biotecnología vegetal. A través del curso se describirán aspectos de la mejora biotecnológica de la productividad de los cultivos así como de las implicaciones sociales de los cultivos genéticamente modificados. Las prácticas de laboratorio se enfocaran en el proceso de transformación de plantas modelo mediada por *Agrobacterium tumefaciens,* tanto de manera transitoria como de forma estable, así como la detección de la expresión de genes heterólogos en plantas.

**Objetivo general**

Analizar las técnicas de biología molecular e ingeniería genética que se aplican para la mejora genética de diversas características de interés en cultivos, en la obtención de más resistencia a plagas y herbicidas, para el beneficio de la sociedad.

**Objetivos específicos**

1. Reconocer los tipos de cultivos genéticamente modificados y la presencia de estos en los alimentos de consumo humano y animal.
2. Explicar el mecanismo molecular de la transferencia de genes a la planta mediado por la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*.
3. Describir las estrategias para generar plantas resistentes herbicidas y a patógenos
4. Reconocer la utilidad de las plantas para la fabricación de una diversidad de proteínas recombinantes con función farmacológica.
5. Valorar los posibles impactos de los cultivos genéticamente modificados en la sociedad y el medio ambiente.

**Contenidos**

1. Mecanismo de transformación mediado por *Agrobacterium*.
2. Mecanismos de control de la expresión de genes en plantas.
3. Bases moleculares para la generación de plantas resistentes a herbicidas y patógenos
4. Producción de fármacos en plantas.
5. Marco regulatorio de los cultivos genéticamente modificados.
6. Cultivos genéticamente modificados en el marco del medio ambiente y la sociedad.

**Bibliografía**

Ricroch, A., Chopra, S., y Fleischer, S. (Eds.). (2014). *Plant Biotechnology: Experience and Future Prospects*. Springer.

Trigiano, R. N. y Gray, D. J. (Eds). (2010). *Plant Tissue Culture, Development, and Biotechnology*. CRC Press.

Alvarez, M. A. (2014). *Plant Biotechnology for Health: From Secondary Metabolites to Molecular Farming*. Springer.

Hefferon, K. L. (Ed.). (2014). *Plant-derived pharmaceuticals: principles and applications for developing countries*. CABI.

Howard, J. A. y Hood, E. E. (Eds). (2014). *Commercial plant-produced recombinant protein products: case studies*. Springer.

Borém, A. y Fritsche-Neto, R. (Eds). (2014). *Biotechnology and plant breeding: applications and approaches for developing improved cultivars*. Academic Press.

Al-Khayri, J. M., Jain, S. M. y Johnson, D. V. (Eds). (2015). *Advances in Plant Breeding Strategies: Breeding, Biotechnology and Molecular Tools*. Springer.

**Nombre: Detección e identificación molecular de microorganismos en plantas y animales**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 03 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo |  |
| Naturaleza | Teórico-práctico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso | Optativo |
| Horas Presenciales/Contacto | 02 HT 1HP |
| Horas de Estudio Independiente | 05 HEI |
| Horas Totales por Semana | 08 H |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Horas docente | 03 |
| Requisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Correquisitos | Ninguno |
| Nombre del profesor | M.Sc. Rodolfo Umaña Castro |

**Descripción general del curso**

El curso pretende brindar conocimientos al estudiante sobre los diferentes microorganismos patógenos y comensales (bacterias, hongos y virus, específicamente) que afectan o interactúan con organismos vegetales silvestres y modelos de interés comercial e industrial. Además, brindar conocimientos sobre los agentes biológicos que provocan afectaciones en organismos animales silvestres y de importancia en la alimentación humana. Por otro lado, mediante el conocimiento de diferentes herramientas moleculares, se pretende enseñar al estudiante los métodos de detección e identificación de patógenos vegetales y animales con el fin de que el biotecnólogo conozca y pueda aplicar plataformas moleculares novedosas para resolver problemas en cuanto a la identificación, manejo de fitopatógenos y microorganismos patogénicos en animales que puedan traer impactos en la biodiversidad, la salud animal y la producción agropecuaria.

**Objetivo general**

Analizar las técnicas de detección e identificación molecular de microorganismos en modelos vegetales y animales, de ambientes silvestres y de producción agropecuaria, para el mejoramiento de la calidad de vida.

**Objetivos específicos**

1. Describir los mecanismos de interacción planta-patógeno y hospedero animal-patógeno.
2. Conocer los conceptos técnicos y metodológicos de los abordajes moleculares para la detección e identificación de microorganismos en diferentes ambientes.
3. Resolver estudios de caso y ejemplos de detección e identificación molecular microorganismos en plantas y animales.
4. Conocer aspectos y ejemplos de trazabilidad molecular alimentaria y de detección molecular de OGM.

**Contenidos**

1. Mecanismos de infección y afectación del hospedero (Bacterias, virus y hongos).
2. Aproximaciones y técnicas moleculares de detección e identificación de microorganismos:
3. Detección e identificación molecular de microorganismos en plantas y animales
4. Trazabilidad molecular alimentaria y detección molecular de OGM

**Bibliografía**

Narayanasamy, P. (2008). *Molecular Biology in Plant Pathogenesis and Disease Management*:: Disease Management (Vol. 3). Springer Science & Business Media.

Czajkowski, R., Pérombelon, M. C. M., Jafra, S., Lojkowska, E., Potrykus, M., Van Der Wolf, J. M., & Sledz, W. (2015). Detection, identification and differentiation of Pectobacterium and Dickeya species causing potato blackleg and tuber soft rot: a review*. Annals of Applied Biology, 166(1)*, 18-38.

Martinelli, F., Scalenghe, R., Davino, S., Panno, S., Scuderi, G., Ruisi, P., & Davis, C. E. (2015). Advanced methods of plant disease detection. A review. *Agronomy for Sustainable Development, 35(1)*, 1-25.

Li, X., Harwood, V. J., Nayak, B., Staley, C., Sadowsky, M. J., & Weidhaas, J. (2015). A novel microbial source tracking microarray for pathogen detection and fecal source identification in environmental systems. *Environmental science & technology, 49 (12)*, 7319 - 7329.

Rintala, A., Munukka, E., Weintraub, A., Ullberg, M., & Eerola, E. (2016). *Evaluation of a multiplex real-time PCR kit Amplidiag® Bacterial GE in the detection of bacterial pathogens from stool samples.* Journal of Microbiological Methods.

Burns, M., Wiseman, G., Knight, A., Bramley, P., Foster, L., Rollinson, S. & Primrose, S. (2016). Measurement issues associated with quantitative molecular biology analysis of complex food matrices for the detection of food fraud. *Analyst, 141(1),* 45-61.

**Nombre: Ecotoxicología**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 03 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo |  |
| Naturaleza | Teórico-práctico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso | Optativo |
| Horas Presenciales/Contacto | 02 HT y 02 HL (Tipo A) |
| Horas de Estudio Independiente | 04 HEI |
| Horas Totales por Semana | 08 H |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Horas docente | 04 |
| Requisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Correquisitos | Ninguno |
| Nombre del Profesor | MSc. Freylan Mena Torres |

**Descripción general del curso**

El curso está orientado a introducir al estudiante en el conocimiento de los conceptos y técnicas aplicados en el campo de la Ecotoxicología para que le sirvan de herramienta en su desempeño profesional. La ecotoxicología integra conceptos de diferentes disciplinas (ecología, toxicología, química, fisiología, entre otras) y utiliza herramientas biotecnológicas para generar información útil con respecto al impacto de procesos productivos, de sus productos y desechos, en el ambiente.

Las sesiones de práctica se dedicarán en una primera fase, al trabajo en laboratorio y campo para conocer las metodologías utilizadas en ecotoxicología para la generación de datos de toxicidad y efectos en organismos. En la segunda mitad del curso, los estudiantes desarrollarán en equipos, un trabajo de investigación en el que aplicarán las técnicas aprendidas a un caso de estudio. En esta investigación, los estudiantes deberán combinar técnicas para generar información en diferentes niveles que les permita caracterizar lo mejor posible su caso.

**Objetivo general**

Evaluar diferentes aplicaciones biotecnológicas en la obtención y manejo de información en el campo de la Ecotoxicología, mediante la formación teórica y práctica que permita la adquisición de criterios y destrezas útiles para el desarrollo y monitoreo de actividades productivas en condiciones ambientalmente sostenibles.

**Objetivos específicos**

1. Discutir la distribución y destino de los contaminantes en el ambiente.
2. Describir los efectos de los contaminantes en los organismos desde diferentes niveles de organización biológica.
3. Utilizar técnicas para la evaluación de efectos de los contaminantes en los organismos.
4. Aprender sobre el manejo de los datos producidos para la determinación de parámetros de toxicidad.
5. Aplicar la información generada para enfoques como la “Evaluación de Riesgo Ambiental”.

**Contenidos**

1. Contaminantes y su destino en los ecosistemas
2. Pruebas de toxicidad.
3. Efectos bioquímicos, fisiológicos a nivel celular, de órganos y de organismo.
4. Efectos de los contaminantes a nivel de poblaciones y comunidades
5. Biomarcadores.
6. Biomonitoreo *in situ*.
7. Introducción a la Evaluación de Riesgo Ambiental (ERA)

**Bibliografía**

Castillo, G. (2004). *Ensayos Toxicológicos y Métodos de Evaluación de Calidad de Aguas, Estandarización, Intercalibración, resultados y aplicaciones*. México: IMTA.

Jamil, K. (2001). *Bioindicators and Biomarkers of Environmental Pollution and Risk Assessment*. U.S.A: Science Publishers, Inc.,.

Keith, L. (1993). *Principles of Environmental Sampling*. Library of Congress Cataloguing-in- U.S.A: Publication Data. 4a Ed.

Sparks, T. (2000). *Statistics In Ecotoxicology*. England: John Wiley and sons Ltd.

Walker, C. H., Hopkin, S. P., Sibly, R. M. & Peakall, D. B. (2001). *Principles of Ecotoxicology*. New York: Taylor & Francis, 2nd Ed.

**Nombre: Enzimología**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 03 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo |  |
| Naturaleza | Teórico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso | Optativo |
| Horas Presenciales | 03 HT |
| Horas de Estudio Independiente | 05 HEI |
| Horas Totales por Semana | 08 H |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Horas docente | 03 HD |
| Requisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Correquisitos | Ninguno |
| Nombre del Profesor | M.Ed. Javier Alvarado Mesén |

**Descripción**

El análisis cinético constituye una parte esencial de la caracterización de cualquier enzima, por lo que en este curso se analizará los aspectos fundamentales de la cinética enzimática y el efecto de diferentes factores sobre la velocidad de reacción. Además, se estudiará los requerimientos básicos de los ensayos enzimáticos y las principales técnicas utilizadas para la determinación de actividad enzimática.

El conocimiento en aspectos básicos y aplicados de la enzimología es una necesidad en el campo biotecnológico, por lo que en este curso se pretende estudiar la enzimología desde una perspectiva más profunda de lo que se abarca en los cursos de bioquímica que se imparten en el bachillerato, con el fin de que los estudiantes cuenten con un conocimiento amplio de esta rama de la bioquímica, que les permita enfrentar problemas propios relacionados a la temática durante su desempeño como futuros profesionales. Además, se pretende el curso se desarrolle en un ambiente de desarrollo humano sostenible, donde se promueve el respeto de género, diversidad cultural y la equidad entre los actores involucrados (estudiantes y docente).

**Objetivo general**

Analizar los aspectos fundamentales de la cinética enzimática y los factores que afectan la velocidad de reacción, así como los requerimientos básicos de los ensayos enzimáticos y las principales técnicas utilizadas para la determinación de la actividad enzimática, con el fin de que este conocimiento sea una herramienta para el futuro desempeño profesional.

**Objetivos específicos**

1. Apreciar la importancia de una adecuada manipulación y almacenamiento de las enzimas para la conservación de su actividad biológica.
2. Aplicar correctamente la nomenclatura bioquímica para la clasificación de las enzimas.
3. Utilizar correctamente las ecuaciones involucradas en el estudio de la cinética enzimática.
4. Distinguir en base a resultados experimentales cuándo una inhibición enzimática es competitiva o no competitiva.

**Contenidos**

1. Conceptos generales de las enzimas
2. Cinética de las reacciones enzimáticas monosustrato
3. Cinética de reacciones enzimáticas multisustrato
4. Inhibición enzimática
5. Efectos del pH la temperatura
6. Ensayos enzimáticos
7. Técnicas de determinación de actividad enzimática

**Bibliografía**

Robert A. Copeland (2000). *ENZYMES A Practical Introduction to Structure, Mechanism, and Data Analysis*. Segunda edición. New York: John Wiley & sons, Inc., Publication.

Robert A. Copeland (2013). *Evaluation of Enzyme Inhibitors in Drug Discovery*. 2nd Edition. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.

Mathews, C., Holde, K.E., Appling, Spencer, J. y Anthony-Cahill, (2013). *Bioquímica*. 4ta Edición. Madrid: Pearson Education.

Murray, R.K., Beder, D.A. Botham, K.M., Kennelly, P.J., Rodwell, V.W. y Weil, P.A. (2010). *Harper Bioquímica ilustrada*. 2ª Edición. D.F, México: McGraw-Hill Companies, Inc.

Nelson, L.D., y Cox, M. (2009). *Lehninger Principios de Bioquímica*. 5ta Edición. Barcelona: Ediciones OMEGA.

**Nombre: Genómica**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 03 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo |  |
| Naturaleza | Teórico-práctico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso | Optativo |
| Horas Presenciales/Contacto | 03 HT |
| Horas de Estudio Independiente | 05 HEI |
| Horas Totales por Semana | 08 H |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Horas docente | 04 HD |
| Requisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Correquisitos | Ninguno |
| Nombre del Profesor | Lic. Carolina Sancho Blanco |

**Descripción general del curso**

Cada una de nuestras células contiene copias casi idénticas de nuestro genoma, que proporciona instrucciones que nos permiten desarrollar y funcionar. El campo de la genómica se centra en la estructura y función de los genomas y juega un papel importante y creciente en la medicina y la investigación. Este curso sirve como una introducción sobre aspectos teóricos de la genómica y se divide en temas: genomas, la genética, la genómica funcional, biología de sistemas, enfoques de células individuales, la proteómica y aplicaciones.

El curso abarca desde la secuenciación del ADN y el proyecto del genoma, hasta los métodos de secuenciación de alto rendimiento y aplicaciones. A continuación se introduce principios de la genética, que aplicamos posteriormente en genética clínica y otros proyectos de secuenciación a gran escala. En la unidad de la genómica funcional, abarca aspectos como la dinámica de expresión de ARN, análisis de splicing alternativo, epigenómica y metagenómica. Finalmente se discute aspectos sobre biología de sistemas y de técnicas de proteómica.

**Objetivo general:**

Desarrollar una visión crítica, sólida y actualizada de las Ciencias Genómicas mediante la formación en las áreas de la biología, estadística y computacional para el entendimiento del fenómeno de la vida y la solución de problemas relevantes en diferentes sectores.

**Objetivos específicos**

1. Comprender la genómica desde un ámbito mas interdisciplinario y de aplicación
2. Aplicar los conocimientos de biología molecular y bioinformática en diferentes contextos biológicos
3. Contribuir con solucionesa a diferentes problemas relacionados con las diferentes áreas que abarcan las ciencias genómicas.
4. Desarrollar una conciencia crítica en relación a las implicaciones éticas, sociales y legales que presenta el desarrollo de las ciencias genómicas.

**Contenidos:**

1. Introducción a la Genómica Compuesta
2. Aplicaciones de la Genómica y sus variantes
3. Proteómica
4. Ciencias ómicas

**Bibliografía**

Primrose, S. B., & Twyman, R. (2009). *Principles of genome analysis and genomics*. Oxford, UK: John Wiley & Sons.

Twyman, R. M. (2013). *Principles of proteomics*. New York, United States: Garland Science.

Mulhardt, C. (2010). *Molecular biology and genomics.* United States: Academic Press.

Sensen, C. W. (Ed.). (2008). *Essentials of genomics and bioinformatics*. Weinheim, Germany: John Wiley & Sons.

Janitz, M. (Ed.). (2011). *Next-generation genome sequencing: towards personalized medicine*. Philadelphia, United Sates: John Wiley & Sons.

**Nombre: Gestión de calidad en procesos biotecnológicos**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 03 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo |  |
| Naturaleza | Teórico-práctico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso | Optativo |
| Horas Presenciales/Contacto | 02 HT 02 HP |
| Horas de Estudio Independiente | 04 HEI |
| Horas Totales por Semana | 08 H |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Horas docente | 04 HD |
| Requisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Correquisitos | Ninguno |
| Nombre del Profesor | MSc. Manfred Murell Blanco |

**Descripción general del curso**

El objetivo principal del curso es brindar al estudiante la lógica de sistemas de gestión, siendo estos los elementos básicos para el control de operaciones y los sistemas de gestión de la calidad (SGC). Se enfatiza en la identificación de los mecanismos utilizados para el mejoramiento continuo de la calidad de los bienes y servicios, que se brindan a través de la integración de todas las funciones y procesos que forman parte de las organizaciones.

Es importante que el estudiante, a raíz de la información que se presentará en el curso, pueda aplicar estos conocimiento en las áreas que su desarrollo profesional se lo exija, tomando en cuenta que una de las principales características de los SGC es que son específicos para cada organización en donde sean aplicados.

**Objetivo general**

Analizar métodos y técnicas para la implantación de Sistemas de Gestión de Calidad basados en diversos tipos de normas ISO logrando que el estudiante aplique dicho conocimiento en las áreas que su desarrollo profesional se lo exija.

**Objetivos específicos**

1. Evaluar los principales conceptos relacionados con la calidad, la productividad y la competitividad.
2. Analizar de forma cualitativa o cuantitativa las características que definen la calidad:
3. Desarrollar diferentes tipos de documentos según los aspectos solicitados por las normas ISO.
4. Elaborar propuestas de Sistemas de Gestión de Calidad utilizando las normas internacionales estudiadas.

**Contenidos**

1. Conceptos básicos de calidad
2. Normas de control de la calidad
3. Sistemas de Gestión de Calidad bajo la norma INTE-ISO 9001:2008
4. Sistemas de Gestión de Calidad bajo la norma INTE-ISO 17025:2005
5. Sistemas de Gestión de Calidad bajo la familia de normas ISO 14000
6. Sistemas de Gestión de Calidad bajo la norma 18001:2004

**Bibliografía**

Acuña A. J. (2002). *Control de Calidad. Un enfoque integral y estadístico*. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica, tercera edición.

Gutiérrez P. (2010). *Calidad Total y Productividad*. (3ra. Ed.). México: McGraw-Hill

INTECO. Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2008). *Compendio de normas INTE – ISO – 9000:2008 Sistemas de Gestión de la calidad*. San José, Costa Rica: Editada e impresa por INTECO.

INTECO. Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2004). *Compendio de normas INTE – ISO – 14000 Sistemas de Gestión Ambiental*. San José, Costa Rica: Editada e impresa por INTECO.

INTECO. Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2007). *Norma INTE – ISO – 14065:2007 Gases de efecto invernadero — Requisitos para los organismos que realizan la validación y la verificación de los gases de efecto invernadero*. San José, Costa Rica: Editada e impresa por INTECO.

INTECO. Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2005). *Norma INTE – ISO – 17025:2005 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración*. San José, Costa Rica: Editada e impresa por INTECO.

INTECO. Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2000). *Compendio de normas INTE – ISO – 18000:2000 Prevención de riesgos laborales*. San José, Costa Rica: Editada e impresa por INTECO.

Romero, O.; Muñoz, D.; Romero, S. (2006). *Introducción a la ingeniería: un enfoque industrial*. México: International Thomson Editores.

**Nombre: Herramientas bioinformáticas para el estudio de la Biología funcional**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 03 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo |  |
| Naturaleza | Teórico-práctico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso | Optativo |
| Horas Presenciales | 02 HT y 02HL (Tipo B) |
| Horas de Estudio Independiente | 04 HEI |
| Horas Totales por Semana | 08 H |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Horas docente | 04 HD |
| Requisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Correquisitos | Ninguno |
| Nombre del Profesor | Lic. Stefani Solano |

**Descripción**

El curso pretende brindar un panorama general sobre el uso de herramientas bioinformáticas relacionadas al manejo de secuencias de ADN,ARN y aminoácidos; así como el uso de bases de datos principales (NCBI, UniProt, KEEG entre otras) que le permitan al estudiante analizar de forma integral la función de genes particulares y/o derivados de estos. Asimismo que le permitan comparar la función ortóloga y/o paraloga de los mismos genes en otros organismos.

**Objetivo general**

Evaluar el uso de algunas herramientas bioinformáticas aplicadas al análisis funcional y comparativo de genes, con el fin de que el estudiante identifique y haga uso de las herramientas apropiadas para el análisis de datos genómicos, transcriptómicos y proteómicos.

**Objetivos específicos**

1. Aplicar los conocimientos en la utilización de bases de datos primarias (e.g.NCBI) y secundarias (e.g Swissprot) para la obtención de datos y posterior análisis bioinformático
2. Correlacionar los resultados obtenidos de los análisis bioinformáticos con la respectiva información biológica.
3. Realizar análisis comparativos de genes para identificar funciones de interés biotecnológico (e.g. producción de metabolitos de interés industrial o médico).
4. Aplicar los conocimientos adquiridos para dar solución a problemas en el campo de la biotecnología, biomedicina y bioproducción mediante estudios de caso
5. Valorar la importancia de las herramientas bioinformáticas para el estudio de la Biología funcional y su aporte a la sociedad.

**Contenidos**

1. Introducción a bases de datos
2. Bases de datos primarias y secundarias
3. Conceptos de BLAST
4. Alineamiento de secuencias
5. Uso de bases de datos para casos particulares
6. Ensamblaje y Anotación genómica “pipeline”
7. Visualización de anotaciones

**Bibliografía**

Altschul, S.F., Gish, W., Miller, W., Myers, E.W. & Lipman, D.J. (1990) "*Basic local alignment search tool*." J. Mol. Biol. 215:403-410. [PubMed](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2231712?dopt=Citation)

Howe et al. 2008. *The origin of plastids.* Phil. Trans. R. Soc. B (2008) 363, 2675–2685.

Lockhart et al. 2005. *Heterotachy and Tree Building: A Case Study with Plastids and Eubacteria*. Mol Biol Evol 23 (1): 40-45.

[Marketa Zvelebil, Jeremy O. Baum](http://www.garlandscience.com/ecommerce_product/author_bio.jsf?authorBio=&isbn=9780815340249). 2007. *Understanding Bioinformatics*. Garland Science; 1 edition.

McEntyre J, Ostell J, editors. The NCBI *Handbook [Internet]. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information* (US); 2002-. Part 1, The Databases. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK21104/>

PubMed Tutorial. (n.d.). Accesado  el 28 de octubre, 2016 desde <https://www.nlm.nih.gov/bsd/disted/pubmedtutorial/cover.html>

Stein, L. D. (2003). *Integrating biological databases*. Nat Rev Genet, 4(5), 337–345. JOUR. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1038/nrg1065>

Tutorial Blast NCBI: <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?CMD=Web&PAGE_TYPE=BlastDocs>

**Nombre: Producción de metabolitos de microalgas**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 03 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo |  |
| Naturaleza | Teórico-práctico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso | Obligatorio |
| Horas Presenciales/Contacto | 02 HT y 02 HL (Tipo A) |
| Horas de Estudio Independiente | 04 HEI |
| Horas Totales por Semana | 08 H |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Horas docente | 04 HD |
| Requisitos o Correquisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Nombre del Profesor | Lic. Narcy Villalobos Sandí |

**Descripción**

Las microalgas y cianobacterias son organismos cuyas funciones a nivel de la biotecnología son innumerables. Los productos extraídos a partir de ellas, han sido utilizados a nivel de la medicina, la industria, la cosmetología, los productos para el consumo de animales e incluso humano, entre otros.

En este curso se pretende estudiar las microalgas y las cianobacterias desde el punto de vista de su metabolismo, para lo cual es necesaria una introducción a la biología de estos microorganismos así como a las formas básicas de su cultivo con fines de producción. Se profundiza en el estudio de las vías metabólicas más importantes para la producción de compuestos de interés a nivel de la sociedad y en la parte práctica se desarrollarán algunos procedimientos para la obtención de estos productos a una escala pequeña.

**Objetivo general**

Evaluar el uso de las microalgas y cianobacterias en la producción de compuestos de interés con el fin de contribuir con compuestos útiles a la sociedad.

**Objetivos específicos**

1. Aplicar el concepto de biorrefinería con estos microorganismos mediante la descripción de las rutas metabólicas de las células de las microalgas y cianobacterias
2. Explicar las vías de producción de algunos metabolitos a partir de estos microorganismos
3. Ser consciente del aporte a la sociedad que se puede brindar con el uso de estos microorganismos y sus productos
4. Valorar la producción de compuestos desde la microalgas tomando en cuenta criterios éticos

**Contenidos**

1. Biorrefinería usando microalgas y cianobacterias
2. Metabolismo de microalgas
3. Produccion mejorada de pigmentos
4. Manipulación genética de microalgas
5. Productos de interés biotecnológico a partir de microalgas.

**Bibliografía**

Barredo, J. L. (2012). *Microbial carotenoids from bacteria and microalgae: methods and protocols*. New York: Humana Press.

Johansen, M. (2012). *Microalgae: Biotechnology, Microbiology and Energy*. New York: Nova Science Publishers.

Faizal, B. (2013). *Biotechnological applications of microalgae: biodiesel and value-added products*. EEUU: CRC Press..

Rossini, G. P. (2014). *Toxins and biologically active compounds from microalgae*. EEUU: CRC Press.

Richmond, A. (2013). *Handbook of microalgal culture: applied phycology and biotechnology*. UK: Wiley Blackwell.

Sihem, T. (2014). *CO2 biofixation by microalgae: modeling, estimation and control.* Inglaterra: Wiley Gran Bretaña.

**Nombre: Técnicas para la purificación y caracterización de proteínas**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 03 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo |  |
| Naturaleza | Teórico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso |  |
| Horas Presenciales/Contacto | 02 HT 02 HP (Tipo B) |
| Horas de Estudio Independiente | 04 HEI |
| Horas Totales por Semana | 08 H |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Horas docente | 03 HD |
| Requisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Correquisitos | Ninguno |
| Nombre del Profesor | M.Ed. Javier Alvarado Mesén |

**Descripción**

En este curso se analizarán de forma teórico-práctica las principales técnicas utilizadas en la actualidad para purificar y caracterizar proteínas. Además, se estudiará algunas aplicaciones biotecnológicas que se le da a estas moléculas. Las proteínas son macromoléculas complejas desde el punto de vista físico y funcional, que desempeñan funciones importantes en los seres vivos y que son de gran interés para la biotecnología y la biomedicina. Es por esta razón que se hace imperante para el biotecnólogo actual conocer las principales técnicas de purificación y caracterización de proteínas. Se pretende que el curso se desarrolle en un ambiente de desarrollo humano sostenible, donde se promueve el respeto de género, diversidad cultural y la equidad entre los actores involucrados (estudiantes y docente).

**Objetivo general**

Analizar las principales técnicas que se utilizan actualmente para la purificación y caracterización de proteínas, para que el estudiantado adquiera un conocimiento amplio del trabajo con estas moléculas, con el fin de que pueda aplicarlo en su futuro desempeño profesional.

**Objetivos específicos**

1. Valorar la importancia del conocimiento de técnicas para el aislamiento y caracterización de proteínas como moléculas de interés biotecnológico.
2. Analizar las principales técnicas utilizadas para la secuenciación de proteínas y para la determinación de su estructura tridemensional.
3. Aplicar criterio técnico a la hora de elegir una técnica para la purificación y/o caracterización de una proteína.
4. Relacionar aspectos físicos-químicos de las proteínas con la estrategia de purificación a emplear.

**Contenidos**

1. Conceptos generales de las proteínas
2. El extracto proteico
3. Métodos para cuantificar proteínas
4. Técnicas de separación de proteínas y sus usos
5. Principios y condiciones generales de las técnicas purificación de proteínas por técnicas cromatográficas y electroforéticas
6. Determinación estructura primaria de proteínas
7. Determinación de la estructura tridimensional de proteínas
8. Uso biotecnológico de las proteínas

**Bibliografía**

Amersham Biosciences (1999). *Protein Electrophoresis technical manual*. Uppsala, Sweden.

GE Life Sciences (2010). *Strategies for Protein Purification Handbook*. Uppsala, Sweden.

GE Life Sciences (2014). *Western Blotting Principles and Methods Handbook*. Uppsala, Sweden.

Gordon G. Hames. (2005). *Spectroscopy for the Biological Sciences*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. Hoboken.

Jan-Christer Janson (2011). *Protein Purification: Principles, High Resolution Methods and Applications.* 3th Edition. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.

John M. Walker (ed.) (2002). *The Protein Protocols Handbook*. 2nd Edition. New Jersey: Humana Press Inc.

Mathews, C., Holde, K.E., Appling, Spencer, J. y Anthony-Cahill, (2013). *Bioquímica*. 4ta Edición. Madrid: Pearson Education.

Murray, R.K., Beder, D.A. Botham, K.M., Kennelly, P.J., Rodwell, V.W. y Weil, P.A. (2010). *Harper Bioquímica ilustrada*. 2ª Edición. México D.F.: McGraw-Hill Companies, Inc.

Nelson, L.D., y Cox, M. (2009). Lehninger *Principios de Bioquímica*. 5ta Edición. Barcelona: Ediciones OMEGA.

**Nombre: Aplicaciones biotecnológicas en el tratamiento de aguas contaminadas**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 03 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo |  |
| Naturaleza | Teórico-práctico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso | Optativo |
| Horas Presenciales/Contacto | 02 HT y 2 HP |
| Horas de Estudio Independiente | 04 HEI |
| Horas Totales por Semana | 08 H |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Requisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Correquisitos | Ninguno |
| Nombre del Profesor | M.Sc. Carola Scholz |

**Descripción general del curso**

El tratamiento de aguas contaminadas requiere más que cualquier otra disciplina, la integración de aspectos biológicos, físicos y químicos dependiendo de la situación del medio ambiente local y las oportunidades económicas dadas para obtener diferentes soluciones prácticas. La biotecnología con un enfoque multidisciplinaria y uso de tecnologías ecológicas puede ofrecer soluciones idóneas para la descontaminación del ambiente, y en particular del agua.

En este curso se estudiarán los usos de las diferentes estrategias biotecnológicas como industriales y subterráneas. Se dará un enfoque en la importancia de los tratamientos biológicos mediante sistemas convencionales y no convencionales, asimismo en la aplicación de criterios de selección del sistema de tratamiento adecuado según el uso y las condiciones presentes en el lugar. Mediante el estudio de casos reales se ilustrarán la aplicación de las diferentes tecnologías en la descontaminación de las aguas. En la gira el estudiante conocerá algunos sistemas de tratamientos de agua en el país.

**Objetivo general**

Evaluar el uso de aplicaciones biotecnológicas en el tratamiento de aguas contaminadas con el fin de poder visualizar soluciones ambientales para la sociedad.

**Objetivos específicos**

1. Analizar los conceptos y principales funciones de diferentes sistemas de tratamiento tanto convencionales como no convencionales de aguas contaminadas.
2. Comparar las tecnologías biológicas disponibles para la descontaminación de aguas residuales de origen domestico y/o industrial.
3. Valorar el uso de aplicaciones biotecnologías en el tratamiento de aguas subterráneas.
4. Aplicar criterios de selección de sistemas de tratamientos bajo aspectos prácticos, funcionales y económicos.
5. Desarrollar destrezas teóricas y prácticas que permitan aplicar dentro de contextos multidisciplinares, los conocimientos adquiridos en el curso.

**Contenidos**

1. Conceptos generales del tratamiento de aguas contaminadas
2. Tratamientos convencionales de aguas residuales
3. Tratamientos no convencionales de aguas residuales
4. Métodos de saneamiento de aguas subterráneas
5. Perspectivas de las aplicaciones biotecnológicas en el tratamiento de aguas residuales

**Bibliografía**

Álvarez Cruz, N. S. & Bagué Serrano, A. J. (2012). *El tratamiento de las aguas residuales: una necesidad del hombre y el medioambiente*. Alemania: Editorial Académica Española.

Fingerman, M. & R. Nagabhushanam (Eds.) (2005). *Bioremediation of aquatic and terrestrial ecosystem*. NH, USA: Science Publishers. Enfield.

Fulekar, M. H. (2010). *Environmental biotechnology*. Enfield, N.H.: Science Publishers; CRC Press.

Howe, K.J., Hand, D.W., Crittenden, J.C., Rhodes Trussell, R. y Tchobanoglous, G. (2016). Principios de tratamiento del agua. Boston, Massachusetts, EU CENAGE Learning.

McCutcheon, S. & J.L. Schnoor. 2003. Phytoremediation: transformation and control of contaminants. New Jersey, USA: John Wiley & Sons.

Oscar Delgadillo. O., Camacho, A., Pérez, L. F. & Andrade, M. (2010). *Serie técnica: Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*. Cochabamba, Bolivia: Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua (Centro AGUA).

Romero Rojas, J.A. (1999). *Tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización*. México: Alfaomega.

**Nombre: Microbiología Marina**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código Carrera |  |
| Código del Curso |  |
| Créditos | 03 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo Lectivo |  |
| Naturaleza | Teórico-práctico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de 17 semanas |
| Tipo de curso | Optativo |
| Horas Presenciales/Contacto | 02 HT y 2 HL (Tipo A) |
| Horas de Estudio Independiente | 03 HEI |
| Horas Totales por Semana | 08 H |
| Horas Atención Estudiantes | 01 HAE |
| Horas Docente | 04 HD |
| Requisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Correquisitos | Ninguno |
| Nombre del Profesor | Lic. Carolina Marín |

**Descripción general del curso**

En este curso se instruirá sobre diferentes técnicas y métodos de muestreo en ambientes marinos, así como los procesos microbiológicos llevados a cabo en ese ambiente. Esto con el fin de que los estudiantes comprendan las adaptaciones estructurales y fisiológicas de los microorganismos que viven en ambientes extremos y su aplicabilidad biotecnológica.

**Objetivo general**

Evaluar la importancia de los microorganismos en el ambiente marino y su uso en la biotecnología, con el fin de contribuir con estos conocimientos al beneficio de la sociedad.

**Objetivos específicos**

1. Aplicar diferentes técnicas y métodos de muestreo en ambientes marinos.
2. Determinar los principales grupos microbianos presentes en el ambiente marino
3. Analizar las adaptaciones estructurales y fisiológicas de los microorganismos para vivir en ambientes extremos.
4. Reconocer la función de los microorganismos marinos en los ciclos biogeoquímicos.
5. Valorar la importancia de los microorganismos marinos en la industria acuícola, alimentaria, médica y farmacológica.

**Contenidos**

1. Introducción al medio marino
2. Conceptos de la diversidad microbiana
3. Adaptaciones de los microorganismos a los ambientes extremos
4. Aplicaciones biotecnológicas de los microorganismo marinos

**Bibliografía**

Cortés R. (1998). *Las Mareas Rojas*. A.G.T. México.

Lengeler W, Drews G, Schlegel HG. (1999). *Biology of the procaryotes*. Georg Thieme Verlag.

Madigan M, Matinko J, Parker J. (2004). *Brock: Biología de los Microorganismos*. Décima segunda Edición. España: Pearson Educación, S.A.

McClintock J. Baker B. (2001). *Marine chemical ecology*. CRC. USA.

Munn C. (2004). *Marine Microbiology*. BIOS Scientifc. U.S.A.

**Nombre: Desarrollo y Formulación de Proyectos**

|  |  |
| --- | --- |
| Unidad Académica | Escuela de Ciencias Biológicas |
| Código de carrera |  |
| Código del curso |  |
| Créditos | 03 |
| Nivel | V |
| NRC |  |
| Periodo lectivo |  |
| Naturaleza | Teórico-práctico |
| Modalidad | Ciclo lectivo de17 semanas |
| Tipo de curso | Optativo |
| Horas presenciales/Contacto | 03 HT y 01 HP |
| Horas de estudio independiente | 04 HEI |
| Horas totales por semana | 08 HT |
| Horas de atención estudiante | 01 HAE |
| Horas docente | 04 HD |
| Requisitos | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología |
| Corequisitos | Ninguno |
| Profesor | Dr. Ángel Herrera |

**Descripción del curso:**

Nuevos proyectos en instituciones públicas o en empresas privadas, relacionadas con el medio ambiente, deberían tener a la naturaleza como un parámetro sobre el cual valorar la implementación o no de un proyecto. Se persigue que los proyectos se puedan desarrollar en el marco de un manejo sostenible, y son objeto de estudios de rentabilidad social, económica y técnica.

El curso está dirigido a estudiantes de la licenciatura en Biotecnología de la Escuela de Ciencias Biológicas. Pretende dar las herramientas necesarias a biólogos (as) biotecnólogos (as) para que puedan participar dentro de organizaciones privadas o públicas, de forma activa con otros profesionales en igualdad de condiciones, en el momento que desarrollen y evalúen proyectos de interés.

**Objetivo general**

Fomentar en el estudiantado capacidades para el desarrollo, la preparación y evaluación de proyectos haciendo un énfasis tanto en el uso sostenible como en la conservación de recursos naturales.

**Objetivos específicos:**

1. Emplear los conceptos técnicos propios de la preparación y evaluación de proyectos y su relación con el marco bioético legal del país.
2. Aplicar el uso de técnicas y metodología que permitan realizar estudios de pre-factibilidad y factibilidad de proyectos.
3. Comprender las etapas del proceso de evaluación de proyectos.
4. Desarrollar la capacidad de análisis para identificar la mejor alternativa de proyecto.

**Contenido:**

1. Conceptos básicos sobre la preparación y el desarrollo de proyectos.
2. La estructura económica y estudio del mercado.
3. El estudio técnico del proyecto.
4. La organización: Incidencia en los costos de los aspectos organizacionales, de los sistemas y procedimientos administrativos
5. El estudio financiero
6. Técnicas de evaluación, de análisis de riesgo y de sensibilidad.

**Bibliografía**

Baca, G. (2001). *Evaluación de proyectos*. Cuarta edición. Madrid: McGraw-Hill.

Bodmer, E. (2015). *Corporate and project finance modeling*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Creswell, J. (2014). *Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches*. United Kingdom: SAGE Publications.

Dibra, D. 2015. *Project valuation and decision making under risk and uncertainty applying decision tree analysis and Monte Carlo*. BoD Books on demand, Norderstek.

OECD. (2006). Cost-Benefit Analysis and the Environment: Recent Developments, OECD Publishing, Paris. DOI:<http://dx.doi.org/10.1787/9789264010055-en>

Oracle. CrystalBall software. *Programa Computacional.* Método Montecarlo.

Pimentel, E. (2008). Desarrollo y evaluación de proyectos de inversión: aspectos teóricos y prácticos. Tomado de: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/108002/Libro\_de\_Proyectos\_Edmundo\_Pimentel\_1\_.pdf

Rossi, P. (2004). Evaluation: a systematic approach (7th edition). SAGE Publications. United Kingdom.

Sapag, R. (2012). Preparación y evaluación de proyectos: nociones básicas. Edición Digital. Versión para Kindle.

Sapag, N. y Sapag, R. (2007). Preparación y evaluación de proyectos. Quinta Edición. Madrid: McGaw-Hill.

Willis, T. (2012). The basics of Project evaluation and lessons learned. CRC Press. Florida.

8. REQUISITOS, CORREQUISITOS Y TIPOS DE LABORATORIO

A continuación se establecen los requisitos y correquisitos de los diferentes cursos que contemplan el plan de estudios.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Cursos** | **Requisitos** | **Correquisitos** | **Tipo de laboratorio** |
| **V nivel I ciclo** | | | |
| Diseño de proyectos en biotecnología I | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología | Seminario de biotecnología I Bioestadística Aplicada | **-** |
| Seminario de biotecnología I | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología | Diseño de proyectos en biotecnología I | **-** |
| Bioestadística Aplicada | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología | Diseño de proyectos en biotecnología I | B |
| Optativo I | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología | Ninguno | **-** |
| Optativo II | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología | Ninguno | **-** |
| **V nivel II ciclo** | | | |
| Diseño de proyectos en biotecnología II | Diseño de proyectos en biotecnología I | Seminario de biotecnología II | - |
| Seminario de biotecnología II | Seminario de Biotecnología I | Diseño de proyectos en biotecnología II | - |
| Principios de administración y Regencia de laboratorio Biológicos. | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología | Ninguno | - |
| Optativo I | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología | Ninguno | - |
| Optativo II | Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología | Ninguno | - |

9. REQUISITOS DE INGRESO A LA CARRERA

El ingreso a la Licenciatura en Biotecnología se realizará de acuerdo con las Normas establecidas en la Universidad Nacional. Los aspirantes deben haber cumplido con los estudios de la carrera de **Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología**. El cupo máximo es de 25 estudiantes por generación. La admisión dependerá de la disponibilidad de cupo, por lo tanto el proceso de ingreso varía de acuerdo con la cantidad de aspirantes que deseen entrar a la licenciatura. En el caso de que existan más de 25 aspirantes postulantes, se realizará un proceso de selección de acuerdo con el historial académico o los criterios definidos por la unidad académica.

En términos generales el aspirante debe:

1. Poseer el título de Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología

2. Presentar el historial académico del Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología

3. Llenar el formulario de pre matrícula (esto no garantiza el ingreso a la licenciatura y por lo tanto NO se podrá matricular ningún curso mientras no se haya egresado del Bachillerato en Biología con énfasis en Biotecnología).

10. REQUISITOS DE GRADUACIÓN:

1. Aprobar los dos ciclos (de 17 semanas) del plan de estudios de Licenciatura, con un total de 36 créditos.
2. Defender y aprobar el Trabajo Final de Graduación de acuerdo a la normativa vigente.

De acuerdo con el Reglamento de Trabajo Finales de Graduación vigente de la Escuela de Ciencias Biológicas, la Carrera ofrece las siguientes opciones de Trabajos Finales de Graduación:

* Tesis de grado
* Proyecto de Graduación
* Pasantía
* Artículo científico

Para defender el Trabajo Final de Graduación es necesario haber aprobado todos los cursos del plan de estudios de Licenciatura.

Los cursos de la carrera serán aprobados de acuerdo con los criterios establecidos en el Reglamento Normas Generales para la Evaluación del Proceso Enseñanza Aprendizaje artículo 5.

11. GRADO Y TITULO A OTORGAR

**Grado:** Licenciatura

**Título**: Licenciatura en Biotecnología

12. FINANCIAMIENTO

Como parte de la acreditación de la carrera de Biología, para la ejecución de este plan de estudios se recibirá el apoyo estipulado en el compromiso de mejoras que dice lo siguiente "Presentación ante la Rectoría Adjunta, la Vicerrectoría de Docencia y la Vicerrectoría de Administración de la necesidad de presupuesto para la ejecución del plan de estudios". Este presupuesto se necesita para una jornada de un tiempo completo, todos los demás recursos en infraestructura (laboratorios, reactivos, equipo, entre otros, la escuela los tiene).

**JORNADAS ACADEMICAS PARA EJECUCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS** Calculadas en un ciclo en todos los niveles

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nivel** | **Ciclo** | **Créditos** | **Horas Contacto** | **Horas totales** | **Tiempo** |
| V | I | 4 | 4 | 10 | 0.25 |
| V | I | 4 | 4 | 10 | 0.25 |
| V | I | 4 | 4 | 10 | 0.25 |
| V | I | 3 | 3-5 | 10 | 0.25 |
| V | I | 3 | 3-5 | 10 | 0.25 |
| **Totalidad tiempo por ciclo** | | | | | **1.25** |
| V | II | 4 | 4 | 10 | 0.25 |
| V | II | 4 | 4 | 10 | 0.25 |
| V | II | 4 | 5 | 10 | 0.25 |
| V | II | 3 | 3-5 | 10 | 0.25 |
| V | II | 3 | 3-5 | 10 | 0.25 |
| **Totalidad tiempo por ciclo** | | | | | **1.25** |

El trabajo final de graduación no tiene creditaje ni asignación de horas y se dará en forma adicional a un docente de la Escuela de Ciencias Biológicas.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arguedas, I., y Mora, E.. (2014). Mapeo de la industria de biotecnología y nanotecnología en Costa Rica. Costa Rica: Promotora de Comercio Exterior. Recuperado de: http://www.procomer.com/ contenido/mapeo-de-la-industria-de-biotecnolog%C3%ADa-y-nanotecnolog%C3%ADa-en-costa-rica. Html

Bisang, R., Campi, M. y Cesa V.. (2009). Biotecnología y desarrollo. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL); Documento proyecto: 1-107.

Bota Arqué, Alexandre. (2003). El impacto de la biotecnología en América Latina: espacios de participación social. *Acta bioethica*, *9*(1), 21-38. Recuperado en <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-> 69X2003000100003&lng=es&tlng=es. 10.4067/S1726-569X2003000100003.

Consejo Nacional de Rectores (CONARE). (2011). Plan Nacional de la Educación Superior Universitaria Estatal 2011-20.

Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (CINDE) (2013): Biotecnología: Recuperado en 22 de setiembre de 2016, de http://www.cinde.org/es/sectores-de-inversion/biotecnologia

EY. (2015), Biotechnology Industry Report, 2015 Beyond borders Reaching new heights. 72p. Recuperado en: http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-beyond-borders-2015/$FILE/EY-beyond-borders-2015.pdf

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (2015). Plan Estratégico 2013 - 2017. Heredia, Costa Rica.

La Gaceta. 2004. Reforma del Artículo 40 de la Ley General de Salud, N° 5395, y modificaciones de la ley de incentivos a los profesionales en ciencias médicas, N° 6836. 1p. Recuperado de:[http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/Ley/Ley%208423Reforma%20Art.%2040%20Ley%20general%20SaludLey%20Incentivos%20Profesionales%20Ciencias%20M%C3%A9dicas La%20Gaceta%20207-22%20OCT-2004.pdf](http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/Ley/Ley%208423Reforma%20Art.%2040%20Ley%20general%20SaludLey%20Incentivos%20Profesionales%20Ciencias%20M%C3%A9dicas%20La%20Gaceta%20207-22%20OCT-2004.pdf)

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT). 2011. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2011-2014. MICITT, San José. Costa Rica.

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), (2015). Plan Nacional Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021. MICITT, San José, Costa Rica.

OCDE. (2009).TheBioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda*,* OECD Publishing*,* París*.*DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264056886-en>

SCIJ. (2016). Ley Orgánica del Colegio de Biólogos de Costa Rica N° 4288. Recuperados en: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\_texto\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=5274&nValor3=5595&param2=1&strTipM=TC&lResultado=2&strSim=simp

Thieman, W. y Palladino, M. (2010). Introducción a la biotecnología. Segunda Edición. Pearson Eduación. Madrid, España.

Universidad Nacional (2012). Plan Global Institucional de Plan de Mediano Plazo 2013-2017. Heredia, Costa Rica.

Universidad Nacional (2015). Estatuto Orgánico. Heredia, Costa Rica.

Universidad Nacional (2016). Plan de Mediano Plazo Institucional-PMPI 2017-2021. Heredia, Costa Rica.

**Además se consultó la siguiente bibliografía en Internet:**

Plan de Estudios de Licenciatura en Biología Molecular y Biotecnología de la UCR: http://www.biologia.ucr.ac.cr/plan.php?plan=molecula

Plan de Estudios de Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología del ITCR:http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/biologia/Paginas/licenciatura-biotec.aspx

HANDBOOK OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY INCLUDING ITS CARTAGENA PROTOCOL ON BIOSAFETY (3rd ed.): https://www.cbd.int/handbook/