

# CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES)

## DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

*OPES-17/2010*



M.Sc. Alexander Cox Alvarado  
División Académica

# CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES)

## DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

**OPES-17/2010**

M.Sc. Alexander Cox Alvarado  
División Académica



OPES-17/2010

Consejo Nacional de Rectores, Oficina de Planificación de la Educación Superior  
Dictamen sobre la propuesta de creación de la Licenciatura en Ingeniería  
en Biotecnología del Instituto Tecnológico de Costa Rica / CONARE. – San José  
C.R. : La Oficina 2010.  
40 p. ; 28 cm

1. INGENIERIA EN BIOTECNOLOGIA. 2. PERFIL ACADEMICO PROFESIO-  
NAL. 3. PLAN DE ESTUDIOS. 4. PROGRAMA DE LOS CURSOS. 5. DO-  
CENTES DE LOS CURSOS. 6. GRADO ACADEMICO. I. Título.

# Presentación

El estudio que se presenta en este documento, (OPES-17/2010) se refiere al dictamen sobre la propuesta de creación de la *Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología* del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

El dictamen fue realizado por el M.Sc. Alexander Cox Alvarado, investigador IV de la División Académica de la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES). La revisión del documento estuvo a cargo del Mag. Fabio Hernández Díaz, Jefe de la División citada.

El presente dictamen fue aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión 30-2010, artículo 4, inciso c, celebrada el 05 de octubre de 2010.



José Andrés Masís Bermúdez  
Director OPES

**DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA DEL  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

*Índice*

	Página
1. Introducción	1
2. Datos generales	2
3. Justificación	2
4. Objetivos de la Licenciatura	3
5. Perfil académico-profesional	4
6. Campo de inserción profesional	6
7. Requisitos de ingreso y permanencia	7
8. Requisitos de graduación	7
9. Listado de las actividades académicas de la Licenciatura	7
10. Descripción de las actividades académicas del posgrado	7
11. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas	7
12. Recursos físicos, administrativos, financieros y bibliográficos, e infraestructura que se usará para el desarrollo del posgrado	8
13. Conclusiones	9
14. Recomendaciones	9
Anexo A: Plan de estudios	10
Anexo B: Programas de los cursos	13
Anexo C: Profesores de los cursos de la Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología del Instituto Tecnológico de Costa Rica	34
Anexo D: Profesores de los cursos de la Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología del Instituto Tecnológico de Costa Rica	36

## 1. Introducción

La solicitud de apertura de la Licenciatura *en Ingeniería en Biotecnología* en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) fue enviada al Consejo Nacional de Rectores por el señor Rector del ITCR, M.Sc. Eugenio Trejos Benavides, en nota SCI-574-2010, del 12 de agosto, con el objeto de iniciar los procedimientos establecidos en el *Fluxograma para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*<sup>1</sup>. El CONARE, en la sesión 25-2010, del 31 de agosto de 2010, acordó que la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) realizara el estudio correspondiente.

En el documento mencionado se establecen doce grandes temas, que serán la base del estudio que realice la OPES para autorizar los programas de pregrado y grado que se propongan. Éstos son los siguientes:

- Datos generales
- Justificación
- Propósitos de la carrera
- Perfil académico-profesional.
- Campo de inserción profesional.
- Requisitos de ingreso y de permanencia
- Requisitos de graduación
- Listado de los cursos
- Descripción de los cursos
- Tabla de correspondencia del equipo docente con los cursos asignados.
- Recursos
- Otros aspectos según criterios de la universidad o de la OPES

A continuación se analizarán cada uno de estos aspectos.

## 2. Datos generales

La carrera de *Bachillerato en Ingeniería en Biotecnología*, fue aprobada por el CONARE en la sesión 27-1996, artículo 6, celebrada el 15 de octubre de dicho año. La unidad académica base de la carrera es la Escuela de Biología del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

La duración total de la Licenciatura será de dos ciclos de quince semanas cada uno, más la elaboración de un trabajo final de graduación de acuerdo con la normativa del ITCR. Se abrirá la matrícula anualmente.

Se otorgará el diploma de *Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología*.

## 3. Justificación

Sobre la justificación, el Instituto Tecnológico de Costa Rica envió lo siguiente:

“Después de 12 años de graduar bachilleres universitarios en Ingeniería en Biotecnología, la Escuela de Biología considera que la apertura de una nueva opción académica, como lo es la Licenciatura, es necesaria por diversas razones: los graduados que se desenvuelven en el mercado laboral, los centros de investigación, las instituciones y las empresas mismas, demandan profesionales de más alto perfil, que logren dominar técnicas más avanzadas, así como herramientas de producción, administración y control de calidad cualitativas y cuantitativas.

Desde la primera promoción en el 2001, la Escuela de Biología ha seguido muy de cerca el quehacer de sus ingenieros en Biotecnología y su desempeño en el mercado laboral y ha formado vínculos de investigación y extensión con empresas privadas, centros de investigación, universidades e instituciones nacionales e internacionales. Igualmente, toda esta experiencia y madurez generada por el personal académico y administrativo permite un escenario ideal para ofrecer el programa de Licenciatura en Biotecnología.

La actividad BIOTICA, realizada por segundo año, en julio del 2009 y organizada por la Escuela de Biología y el Centro de Vinculación Universidad-Empresa estuvo patrocinada por el Consejo Nacional de Rectores (CONARE). Los participantes incluyeron funcionarios del sector gubernamental y empresarial, incluidos biotecnólogos del ITCR.

Esta reunión permitió recoger y difundir información valiosa sobre la necesidad e importancia de ofrecer un programa de Licenciatura en Biotecnología, así como de exponer los resultados de la encuesta aplicada a los graduados de la carrera de Ingeniería en Biotecnología, sobre la pertinencia de la licenciatura. Las mesas de trabajo con los diferentes sectores permitieron contar con un panorama claro acerca de la orientación que debería tener dicho programa; y se corroboró la necesidad en el mercado de una opción académica de este tipo.

Desde la perspectiva de los graduados, se vislumbra una mayor oferta de oportunidades laborales y con ello la posibilidad de optar por mejores remuneraciones y ascensos en puestos de mando y gerencias; permitiría además una mayor especialización técnica en áreas específicas y la actualización de conocimientos en un área que se renueva día a día.

El plan de estudios planteado tiene como propósito la formación de licenciados en Biotecnología, con motivación hacia la formación permanente y mejoramiento continuo de los procesos biotecnológicos. El graduado planteará soluciones integrales aplicando herramientas biotecnológicas que permitan un desarrollo social y económico sostenible en el área de los bioprocesos.

Además impactará en la sociedad con ideas y soluciones novedosas que permitirán poner en práctica metodologías que incidan en un aumento de la calidad y una mayor competitividad de las empresas que involucren procesos biotecnológicos, como las alimentarias, médicas y farmacéuticas, de energías, tratamiento de desechos, entre otras.

El Licenciado en Ingeniería en Biotecnología tendrá la capacidad de promover la colaboración, el trabajo en equipo, integrar los procesos de gestión del conocimiento con el fin de coadyuvar en la puesta en práctica del desarrollo de la biotecnología, creando mecanismos para atraer oportunidades y favorecer el desarrollo sostenible.”<sup>2</sup>

#### 4. Objetivos de la Licenciatura

##### Objetivo general:

Ofrecer una opción académica de Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología, con el fin de formar profesionales con excelencia y dominio en el área de bioprocesos, capaces de asumir mandos gerenciales y especializados en realizar investigación; con una gestión sostenible de los recursos naturales.

### Objetivos específicos:

- Formar profesionales especializados, capaces de asumir en forma efectiva mandos gerenciales en empresas que involucren procesos biotecnológicos.
- Formar profesionales capaces de elaborar, dirigir, ejecutar y evaluar proyectos de mejora de la calidad en procesos biotecnológicos.
- Ofrecer una opción de especialización a los graduados con el grado de Bachillerato en Ingeniería en Biotecnología.
- Abrir nuevas oportunidades laborales para los profesionales en el área de la biotecnología, tanto en el sector público como en el privado, que consoliden la figura del biotecnólogo a nivel profesional.

### 5. Perfil académico-profesional

El graduado de Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología poseerá los siguientes conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes:

#### Conocimientos

- Comprende las prácticas básicas gerenciales para alcanzar las metas de la empresa o departamento a su cargo.
- Conoce estrategias de escritura, comprensión de lectura y organización del discurso en inglés.
- Comprende la importancia de un sistema integral de la calidad para el diseño de productos, procesos y servicios biotecnológicos.
- Conoce las técnicas del control estadístico para verificar el estado de calidad de un proceso biotecnológico o producto y ejercer las acciones que sean necesarias para su optimización.
- Conoce los principios básicos del diseño y análisis de experimentos.
- Conoce las nuevas tecnologías para la información y comunicación, de manera científica y técnica.
- Contribuye con el desarrollo competitivo de las empresas del país y la región por medio del fortalecimiento de la capacidad de innovación y el desarrollo biotecnológico, bajo un marco de responsabilidad ambiental y social.

- Comprende la importancia de un sistema integral de la calidad para el diseño de productos, procesos y servicios biotecnológicos.

### Habilidades y destrezas

- Aprovecha las prácticas básicas gerenciales para alcanzar las metas de la empresa o departamento a su cargo.
- Construye, dirige y mantiene equipos de trabajo interdisciplinarios exitosos y competitivos.
- Emprende e innova con ideas de negocios y propuestas de mejoramiento de los sistemas productivos biotecnológicos.
- Aplica técnicas del control estadístico para verificar el estado de calidad de un proceso biotecnológico o producto y ejercer las acciones que sean necesarias para su optimización.
- Mejora la aplicación de las destrezas en el manejo de técnicas, instrumentos, materiales y equipos de laboratorio utilizados en los bioprocesos.
- Aplica e interpreta programas estadísticos existentes y los emplea en el diseño y análisis de experimentos.
- Reconoce su responsabilidad profesional para mantener una actualización constante de sus conocimientos.
- Planifica, desarrolla, controla y evalúa procesos biotecnológicos con sistemas de control de la calidad a escala de laboratorio e industrial.
- Contribuye con el desarrollo competitivo de las empresas del país y la región por medio del fortalecimiento de la capacidad de innovación y el desarrollo biotecnológico, bajo un marco de responsabilidad ambiental y social.
- Justifica la generación, adaptación y transferencia de bioprocesos más apropiados para la modernización de empresas e instituciones.
- Fomenta y desarrolla la creación de empresas de base biotecnológica.
- Administra y desarrolla procesos biológicos para la obtención de bienes y servicios, de manera sostenible.
- Desarrolla la tecnología necesaria para obtener nuevos productos biológicos en procesos industriales.

## Actitudes

- Demuestra una actitud crítica y flexible que le permite evaluar sus resultados y trabajar en equipos interdisciplinarios, con un apropiado manejo de las relaciones interpersonales.
- Manifiesta características de líder por su capacidad emprendedora, de innovación, apertura al cambio y sensibilidad a los problemas sociales, ambientales y éticos.
- Incorpora la mejora continua en los bioprocesos, con respeto al ambiente y a la idiosincrasia de las comunidades.

## 6. Campo de inserción profesional

El ITCR envió la siguiente información sobre el campo de inserción profesional de los graduados de Licenciatura en Biotecnología:

“El Licenciado en Ingeniería en Biotecnología se desempeñaría como ingeniero en industrias nacionales e internacionales, en procesos de laboratorio, planta o campo, desarrollando labores de diseño, implementación, supervisión y evaluación de proyectos y bioprocesos, ocupando diferentes niveles de jefaturas. También se desempeñaría en labores administrativas, docentes, de investigación, extensión y puede dirigir su propia empresa en el campo de la biotecnología.

Los tipos de puestos donde se colocarán los Licenciados en Ingeniería en Biotecnología incluyen los siguientes:

- Gerencia de empresas biotecnológicas o departamentos de bioprocesos.
- Dirección, supervisión, coordinación y desarrollo de áreas relacionadas con la ingeniería genética, el cultivo de células y tejidos, la bioinformática, el biocontrol y la biología molecular.
- Coordinación y desarrollo de proyectos de investigación y extensión en biotecnología.
- Capacitación y manejo de recursos humanos vinculados con la producción y la calidad de procesos biotecnológicos.
- Dirección y ejecución de programas de buenas prácticas de manufactura en la industria alimentaria y farmacéutica, así como la identificación de puntos críticos para el control de la calidad de bioprocesos.
- Dirección, supervisión o coordinación de industrias agrícolas, biomédicas, farmacéuticas, forestales, alimentarias, pecuarias y de protección ambiental, entre otras, de carácter público o privado.”<sup>3</sup>

7. Requisitos de ingreso y permanencia

Los requisitos de ingreso establecidos son los siguientes:

- Contar con el Bachillerato en Biotecnología.
- Se deberá cumplir con los otros requisitos administrativos y otra índole que solicite el Instituto Tecnológico de Costa Rica.

8. Requisitos de graduación

Se establece como requisito de graduación la aprobación de todos los cursos y las actividades del plan de estudios, incluyendo la elaboración del trabajo final de graduación.

9. Listado de las actividades académicas de la Licenciatura

El plan de estudios de la Licenciatura, presentado en el Anexo A, consta de 34 créditos. La duración es de tres ciclos de quince semanas, en la que se incluye la elaboración de un trabajo final de graduación que no otorgará créditos. Todas las normativas vigentes se cumplen.

10. Descripción de las actividades académicas del posgrado

Los programas de los cursos se muestran en el Anexo B.

11. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas

Los nombres de los encargados de cada uno de los cursos de la carrera propuesta aparecen en el Anexo C. Los profesores tienen al menos el grado académico de Licenciatura. La disciplina de sus diplomas está relacionada con los contenidos de los cursos en los que están propuestos.

En el Anexo D se presentan los nombres y los grados académicos de los profesores de la carrera propuesta. Las normativas vigentes sobre los profesores se cumplen.

12. Recursos físicos, administrativos, financieros y bibliográficos, e infraestructura que se usará para el desarrollo del posgrado

Sobre los recursos necesarios para desarrollar la licenciatura propuesta, el Instituto Tecnológico de Costa Rica envió la siguiente información:

“Con respecto al equipo e infraestructura, los recursos que dispone la Escuela de Biología son suficientes para impartir esta nueva opción académica. Considerando que el área de la Biotecnología es muy cambiante, será necesario sustituirlos y renovarlos con frecuencia, para brindar una educación de calidad y con los últimos avances de la tecnología en este campo.

Se cuenta en la actualidad con instalaciones óptimas, donde se alberga el Centro de Investigaciones en Biotecnología y los laboratorios de docencia de Biología, Cultivo de Tejidos y Biología Molecular. En infraestructura y equipo se ha invertido cerca de 70 millones de colones, lo que permitirá responder satisfactoriamente a la demanda que requiere este nuevo compromiso académico de la Escuela.”<sup>4</sup>

“El desarrollo experimentado por la Escuela le permite contar actualmente con laboratorios para la docencia, debidamente equipados, donde se imparten cursos de biología general, genética, microbiología, biología molecular, bioprocesos, bioquímica, fisiología vegetal, anatomía vegetal, aplicación de sistemas de producción agrícola, sistemas ecológicos, tratamiento biotecnológico de aguas residuales, cultivo de tejidos vegetales y control biológico. El equipo de laboratorio existente es moderno y adecuado. La institución cuenta con una biblioteca especializada, con numerosos accesos a importantes bases de datos y con una plataforma digital ágil y actualizada.

El TEC ha venido trabajando desde hace varios años en las áreas de biotecnología. El desarrollo de los proyectos de investigación en el Centro de Investigación en Biotecnología (CIB) ha estado bajo la responsabilidad de un equipo interdisciplinario, que ha permitido la integración de diferentes áreas como la biotecnología vegetal, ambiental y médica. Las investigaciones realizadas han conducido a trabajos conjuntos con las Escuelas de Agronomía, Ingeniería Agrícola, Ingeniería Forestal, Química y Biología, participando especialistas en biología, química, microbiología, agronomía, tecnología de alimentos y medicina.

Además, el CIB brinda servicios tales como limpieza e identificación de virus en muestras vegetales, establecimiento y reproducción *in vitro* de especies vegetales, caracterización molecular, consultorías en diferentes áreas de biotecnología. En el 2010 se iniciará la construcción de las nuevas instalaciones, con un área total de 1300 m<sup>2</sup>. Esto representa una condición y oportunidad ideal para el lanzamiento de una nueva opción académica como lo es la licenciatura.”<sup>5</sup>

### 13. Conclusiones

La propuesta cumple con las normativa aprobada por el CONARE en el *Convenio para crear una nomenclatura de grados y títulos de la Educación Superior Estatal*, y en el *Convenio para unificar la definición de crédito en la Educación Superior* y con los requisitos establecidos por el *Fluxograma para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*.<sup>1</sup>

### 14. Recomendaciones

Con base en las conclusiones del presente estudio, se recomienda lo siguiente:

- Que se autorice al Instituto Tecnológico de Costa Rica para que imparta la *Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología*.
- Que el Instituto Tecnológico de Costa Rica realice evaluaciones internas durante el desarrollo de la carrera.
- Que la OPES considere la evaluación de esta carrera después de cinco años de iniciado el nuevo plan de estudios.

---

1) Aprobado por CONARE en la sesión N°02-04 del 27 de enero de 2004 y modificado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesiones N°16-2005, artículo 3, celebrada el 7 de junio de 2005, N°27-05, artículo 3, celebrada el 6 de setiembre de 2005 y N°33-2009, artículo 5, celebrada el 3 de noviembre de 2009.

2, 3, 4 y 5) *Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología*, Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, 2010.

**ANEXO A**

**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN  
BIOTECNOLOGÍA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO  
DE COSTA RICA**

## ANEXO A

### PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

<b>SEMESTRE Y NOMBRE DEL CURSO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
<u>Primer semestre</u>	<u>15</u>
Diseño de experimentos para Biotecnología	4
Gestión de la calidad en procesos biotecnológicos	4
Destrezas comunicativas del inglés para Biotecnología I	3
Electiva I	4
<u>Segundo semestre</u>	<u>15</u>
Habilidades gerenciales	4
Metodología de la investigación	4
Destrezas comunicativas del inglés para Biotecnología II	3
Electiva II	4
<u>Tercer semestre</u>	<u>4</u>
Electiva III	4
Trabajo final de graduación	0
<b><i>Total de créditos</i></b>	<b><i>34</i></b>

Nota: Los estudiantes deberán realizar además un trabajo final de graduación de acuerdo con la normativa del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Lista de electivas (todas de cuatro créditos):

Microbiología industrial  
Biotecnología de microorganismos  
Establecimiento y manejo de invernaderos  
Manejo biotecnológico de cultivos  
Ingeniería genética de plantas  
Aspectos moleculares de la fitopatología  
Técnicas para aprovechamiento de desechos sólidos  
Tratamiento biotecnológico de aguas residuales  
Seguridad de la biotecnología  
Biotecnología y genética humana  
Ingeniería bioquímica  
Sistemas biotecnológicos de producción  
Fundamentos de anatomía y desarrollo animal  
Bioinformática para biotecnología  
Bacteriología aplicada a la biotecnología  
Fundamentos del cultivo de células animales  
Tópicos avanzados en biotecnología I  
Tópicos avanzados en biotecnología II  
Bioinformática práctica para biotecnología

**ANEXO B**

**PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN  
BIOTECNOLOGÍA EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

## **ANEXO B**

### **PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

Nombre del curso:                   Diseño de Experimentos para Biotecnología

Créditos:                             4

Propósitos generales:

Conocer y aplicar las técnicas estadísticas del diseño experimental orientadas a brindar capacidades en el montaje y análisis de experimentos industriales para el mejoramiento de productos o procesos biotecnológicos, con la mira en el beneficio del trabajador y del medio ambiente.

Los estudiantes sabrán cómo utilizar efectivamente los recursos de la industria y reducir la variabilidad, principal enemigo de la calidad y el mejoramiento de la productividad.

Contenidos temáticos:

- Metodología para el diseño de experimentos
- Análisis de varianza y regresión
- Análisis del modelo de efectos fijos y modelo de efectos aleatorios
- Selección de tamaño de la muestra
- Enfoque de superficies de respuesta en el modelo de un solo factor
- Modelos mixtos
- Bloques aleatorios y cuadros latinos
- Diseño aleatorizado por bloques completos
- Diseño de cuadrados latinos
- Diseño de cuadrados greco-latino
- Introducción a los diseños factoriales
- Diseño factorial general y de dos factores
- Diseños factoriales fraccionados de dos niveles: diseños completos, fracción un medio del diseño  $2^K$  y fracción de un cuarto del diseño  $2^K$
- Diseños jerárquicos o anidados: diseño jerárquico de dos etapas y general de N etapas

Nombre del curso: Gestión de la calidad en procesos biotecnológicos

Créditos: 4

Propósitos generales:

Brindar los conocimientos, conceptos, metodologías y herramientas modernas necesarias para un diseño o mejoramiento de un sistema moderno e integral de la calidad en un proceso biotecnológico, para la reducción de la variabilidad bajo un marco de mejora continua siempre enfocado en la satisfacción del cliente.

Aplicar técnicas y herramientas de la ingeniería de la calidad en los proyectos de mejoramiento en procesos biotecnológicos.

Aplicar técnicas del control estadístico de la calidad para verificar el estado de calidad de un proceso biotecnológico o producto y ejercer las acciones que sean necesarias.

Contenidos temáticos:

- Estrategia y planes de calidad
- Administración de calidad
- Sistemas de calidad.
- Planeamiento y control de calidad
- Enfoque en los clientes.
- Liderazgo y planeación estratégica.
- Administración de proyectos
- Medición del desempeño
- Creación y mantenimiento de organizaciones de calidad total.
- Principios y diseño de Seis Sigma: herramientas para mejora de procesos, metodología y estrategia para seis sigma.
- Solución estructurada de problemas de calidad.
- Los 7 pasos
- Análisis causa raíz
- Control estadístico de procesos
- Sistema de control de procesos
- Gráficos de control para variables y atributos.
- Análisis de capacidad de procesos.
- Pensamiento Lean (Esbelto).
- Proyectos Seis Sigma en procesos biotecnológicos.

Nombre del curso: Destrezas comunicativas del inglés para biotecnología I

Créditos: 3

Propósitos generales:

- Mejorar las estrategias comunicativas en la parte escrita en el idioma inglés, en contextos propios de la biotecnología.

- Comprender vocabulario técnico, discursos y líneas argumentales de poca complejidad en temas relacionados con el campo de la biotecnología.
- Expresar de forma escrita ideas y opiniones sobre temas relacionados con la biotecnología y áreas de interés y cotidianidad.

Contenidos temáticos:

- Vocabulario técnico (exposición de palabras y expresiones hechas, utilizados en textos auténticos de carácter hablado o escrito).
- Gramática (de forma inductiva con exposición a textos auténticos y ejercicios).
- Investigación y referencias bibliográficas.
- Escritura de ensayos (opinión, comparación-contraste, persuasivos).
- Comprensión de textos orales y escritos
- Emprendedurismo

Nombre del curso: Habilidades Gerenciales

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Comprender y aplicar las habilidades básicas gerenciales para lograr las metas de un negocio.
- Comprender y comparar la naturaleza de la dirección y del liderazgo.
- Diferenciar los enfoques de construcción y mantenimiento de Equipos de Trabajo y su importancia.
- Explicar la importancia del manejo del recurso humano y su relación con la comunicación efectiva.
- Distinguir los principios generales financieros que le permitan comprender y evaluar las cifras financieras de su negocio para la toma de decisiones.

Contenidos temáticos:

- Autoconciencia y Autoconocimiento: inteligencia emocional, Leyes de Poder, los siete hábitos de la gente altamente efectiva, integridad humana.
- Administración: tipos de organización, cultura y clima organizacional.
- Sistema de medición del rendimiento y gestión del conocimiento.
- Estrategia y gerencia: visión, misión, objetivos estratégicos, planes estratégicos, valores.
- Dirección vrs. liderazgo: competencias de la Dirección, asertividad, tipos de poder, atributos y características del liderazgo, jefaturas, toma de decisiones, empowerment.
- Trabajo en grupo vrs. trabajo de equipos: equipos de alto rendimiento, Modelo de la Gallina, metahabilidades, comunicación (verbal, vocal, visual)
- Principios básicos de contabilidad y finanzas: estados financieros, análisis financiero (vertical y horizontal), toma de decisiones basados en cifras financieras.

Nombre del curso: Metodología de la investigación

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Desarrollar habilidades y destrezas en el estudiante para formular un perfil de propuesta de investigación para iniciar el Trabajo Final de Graduación.
- Analizar y desarrollar cada una de las etapas que se consideran en una propuesta de investigación científica
- Generar actitudes analíticas y positivas en el estudiante que lo conduzcan a desarrollar una investigación, que le permita una mejor inserción en su área profesional
- Revisar y analizar en forma crítica publicaciones relacionadas con el tema propuesto
- Diseñar un perfil de proyecto de investigación en el área de su interés.

Contenidos temáticos:

- Análisis de las etapas de una propuesta de investigación científica.
- Presentación y discusión de temas específicos en el área de biotecnología, como posibles propuestas de investigación
- Revisiones de literatura y citas bibliográficas
- Planteamiento y definición de objetivo general y específicos en propuestas de investigación
- Desarrollo de metodología y cronograma

Nombre del curso: Destrezas comunicativas del inglés para biotecnología II

Créditos: 3

Propósitos generales:

- Mejorar las estrategias comunicativas en la parte oral en el idioma inglés, en contextos propios de la biotecnología.
- Comprender vocabulario técnico, discursos y líneas argumentales de complejidad media y avanzada en temas relacionados con el campo de la biotecnología.
- Expresar de forma oral ideas y opiniones sobre temas relacionados con la biotecnología y áreas de interés y cotidianidad.

Contenidos temáticos:

- Comprensión de textos orales.
- Vocabulario técnico (exposición de palabras y expresiones hechas, utilizados en textos auténticos de carácter hablado o escrito).
- Gramática (de forma inductiva con exposición a textos auténticos y ejercicios)
- Investigación y referencias bibliográficas
- Equidad de género

## ***Cursos electivos***

Nombre del curso: Microbiología Industrial

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Manejar las variables más importantes de los procesos productivos (en empresas afines al campo de la biotecnología), que puedan tener influencia en la calidad microbiológica del producto manufacturado.
- Preparar al estudiante para desempeñarse en puestos de Control de Calidad, Laboratorio o Investigación de nuevos productos, en empresas de índole biológica, con énfasis en el manejo de normativas internacionales de calidad
- Conocer técnicas estandarizadas y normalizadas de determinación de microorganismos patógenos importantes en Costa Rica.
- Determinar calidad en matrices de alimentos y aguas por medio de tecnologías rápidas.

Contenidos temáticos:

- Realidad nacional de empresas potenciales de trabajo para los biotecnólogos: condiciones físicas importantes para el desarrollo microbiano industrial, control industrial de microorganismos.
- Determinación de microorganismos indicadores de calidad y patógenos en aguas y alimentos: técnicas de montaje de principales pruebas de calidad para RT, estafilococo, HyL, coliformes y patógenos; métodos rápidos, normalizados y moleculares; reporte e interpretación de resultados, epidemiología de enfermedades transmitidas por alimentos y aguas.
- Manejo de normativas internacionales de calidad aplicadas a la industria alimentaria y herramientas de calidad: 5S, producción más limpia, HACCP, ISO.

Nombre del curso: Biotecnología de microorganismos

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Reconocer el valor de los microorganismos y su diversidad en diferentes aplicaciones biotecnológicas.
- Introducir al uso de diferentes técnicas para el trabajo con microorganismos.
- Desarrollar estrategias de biología molecular para la caracterización molecular de poblaciones microbianas.
- Describir los mecanismos generales utilizados para la clonación molecular y producción de proteínas en microorganismos.
- Describir aspectos importantes de la interacción entre las plantas y los microorganismos.

#### Contenidos temáticos:

- Diversidad y filogenia microbiana
- Detección y caracterización molecular microbiana: Ribotipado, PCR-RFLP, REP-PCR, análisis de comunidades
- Inmunodiagnóstico microbiano: aglutinación, anticuerpos fluorescentes, ELISA, inmunotransferencia.
- Ingeniería genética y producción de proteínas en microorganismos: clonación molecular, plásmidos como vectores de clonación, hospedadores de vectores de clonación, vectores de expresión, expresión y secreción de proteínas en levaduras, clonación y expresión de genes de mamíferos.
- Interacciones planta-microbio: interacción con raíces, bacterias de la rizosfera promotoras del crecimiento de las plantas, microorganismos fijadores de nitrógeno.
- Insecticidas microbiológicos: *Bacillus thuringiensis*, cuerpos de inclusión cristalinos, endotoxinas y genes cry.
- Aplicaciones ambientales de los microorganismos: capacidades degradativas de los microorganismos, orígenes de los compuestos orgánicos, degradación de compuestos xenobióticos, recuperación de metales.

Nombre del curso: Establecimiento y manejo de invernaderos

Créditos: 4

#### Propósitos generales:

- Conocer los diferentes diseños de invernaderos existentes en el mercado y las ventajas y desventajas de la producción en ambientes protegidos.
- Determinar las características de los diferentes invernaderos, de acuerdo con las necesidades específicas del productor y del cultivo.
- Describir las diferentes prácticas agrícolas realizadas en ambientes protegidos, con especial énfasis en el manejo de material vegetal producido in vitro.
- Conocer sobre equipos y accesorios utilizados en la producción en ambientes protegidos.

#### Contenidos temáticos:

- Importancia de los cultivos en ambientes protegidos: control de factores climáticos internos, rendimientos, costos de construcción, fuentes de agua, permisos de construcción y funcionamiento de invernaderos, características del suelo, vías de acceso, información agroclimática (temperatura, humedad relativa, radiación solar, horas luz)
- Construcción de invernaderos: tipos de invernadero, materiales de construcción (madera, acero, aluminio, hierro), materiales para cobertura (vidrio, plásticos, policarbonatos, fibra de vidrio)
- Factores climáticos controlados dentro del invernadero: terminología agroclimática, aire, humedad relativa, punto de rocío, temperatura, agua, efecto invernadero, ventilación, enfriamiento, CO<sub>2</sub>, riego.

- Sustratos: características físicas y químicas, tipos de sustrato (fibra de coco, sustratos orgánicos e inorgánicos), desinfección de sustratos (medios químicos, calor, vapor)

Nombre del curso: Manejo biotecnológico de cultivos

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Suministrar al estudiante los conocimientos teóricos y prácticos de los aspectos biotecnológicos utilizados en los sistemas de producción agrícola, tendientes al uso y manejo de microorganismos benéficos y técnicas de producción que minimicen el impacto ambiental ocasionado por el mal uso y el abuso de agroquímicos dentro de estos sistemas de producción para el control de plagas, enfermedades y mejoras biológicas al suelo.
- Describir y discutir la importancia, principios, objetivos y estrategias de la Agricultura Orgánica como sistema de producción sostenible.
- Reconocer el uso y la importancia de la Biotecnología como ciencia en los sistemas de producción agrícola.
- Exponer los aspectos generales teórico-prácticos de los microorganismos (entomológicos y fitopatológicos) que son utilizados en los sistemas de producción agrícola a través del estudio detallado de los mismos y del desarrollo de proyectos de investigación en el laboratorio y en el campo.
- Justificar la aplicación biotecnológica del control biológico de plagas y enfermedades dentro de los sistemas de producción agrícola con microorganismos.

Contenidos temáticos:

- La Agricultura Orgánica como alternativa tecnológica del futuro: conceptos de sostenibilidad, conservación y productividad; sistemas de producción tradicional vrs. sistemas orgánicos.
- Experiencias exitosas en agricultura orgánica: proceso de transición de las fincas orgánicas, procesamiento, producción y aplicación de abonos orgánicos; lombricultura.
- Uso, aplicaciones y desarrollo de la Biotecnología en los sistemas de producción orgánico: biocontrol de plagas y enfermedades; biocontroladores y MIP; aplicaciones biotecnológicas de hongos, bacterias, virus, nemátodos, insectos parasitoides y depredadores. Morfología y taxonomía y estudios del orden Hymenoptera y Díptera. Aplicaciones biotecnológicas de las micorrizas, Rhizobacterias, organismos endófitos, feromonas, extractos vegetales para el control y manejo de plagas y enfermedades en sistemas de producción agrícola.

Nombre del curso: Ingeniería genética de plantas

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Preparar al estudiante en el estudio de los fundamentos y técnicas relacionadas con la ingeniería genética de plantas, los mecanismos de expresión de genes introducidos así como los aspectos para la bioseguridad y regulación de los productos mejorados por técnicas biotecnológicas.
- Analizar los aspectos más relevantes del genoma de plantas relacionados con la manipulación y expresión de genes vegetales.
- Comparar los distintos métodos de introducción de genes foráneos de plantas.
- Explicar los distintos mecanismos de bioseguridad desarrollados en cultivos y alimentos que garanticen la inocuidad y liberación controlada y segura de los productos de la biotecnología moderna.

Contenidos temáticos:

- Introducción al genoma de plantas: tamaño, poliploidía, secuencias repetidas, modelo *Arabidopsis thaliana*, genoma de organelas, organización y expresión génica.
- Fundamentos de la introducción de genes foráneos: vectores de expresión génica en plantas, secuencias codificantes y no codificantes, construcciones génicas, enzimas de restricción, promotores, genes marcadores, genes de selección, GUS y GFP como reporteros de transformación genética. Biología molecular de *Agrobacterium* y modelo de agro infección. Plásmido modificados, construcciones, introducción de genes foráneos. Sistemas de cultivo in vitro para introducción de genes. Introducción y expresión de genes foráneos.
- Métodos de transformación y expresión de genes en plantas: transformación mediada por *Agrobacterium*, bio balística, transformación genética de organelas. Efectividad de transformación, expresión de genes introducidos, supresión de expresión, silenciamiento de transgenes.
- Aplicaciones de la transformación genética en plantas: resistencia derivada de patógenos virales, resistencia a estrés, mejoramiento de características hortícolas y ornamentales.
- Bioseguridad y regulación de los productos mejorados por técnicas de biotecnología moderna: inocuidad de alimentos y derivados de productos MG (pruebas de alergenicidad, toxicidad, equivalencia sustancial, mecanismos de detección de productos MG). Análisis de riesgo, marco regulatorio, evaluación cualitativa y cuantitativa del riesgo, regulación nacional e internacional de productos y derivados de OGMs, Protocolo de Cartagena y aspectos de etiquetado.

Nombre del curso: Aspectos moleculares de la fitopatología

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Evaluar y seleccionar las herramientas tradicionales y moleculares en la identificación de fitopatógenos, considerando los aspectos teóricos-prácticos que regulan los mecanismos genéticos y moleculares entre el patógeno y el hospedante.
- Analizar y aplicar el diagnóstico como herramienta fundamental en los estudios de patología aplicada (hongos, bacterias, nematodos y virus en los diferentes órganos de la planta)
- Fundamentar las relaciones celulares y moleculares que se originan de las interacciones entre los hongos, bacterias, virus y nemátodos fitopatógenos y las plantas.
- Explicar las rutas metabólicas y moleculares utilizadas por los hospedantes para la defensa de los organismos fitopatógenos.
- Valorar la importancia del mejoramiento genético de plantas en los estudios de resistencia a los fitopatógenos.

Contenidos temáticos:

- La Patología Vegetal como ciencia y técnica.
- El diagnóstico como herramienta fundamental en la patología aplicada: niveles de diagnóstico, elementos básicos del diagnóstico, interferencia fisiológica y molecular del patógeno y la expresión de síntomas, absorción y transporte de agua y nutrientes, fotosíntesis y metabolismo, transporte de fotosintatos, maduración y senescencia de los tejidos. Fundamentos fenológicos para el diagnóstico. Procedimiento general del diagnóstico e identificación del agente causal (métodos, técnica y medios de cultivo para identificación de patógenos del suelo, follaje y semilla)
- Técnicas de colecta o toma de muestra en campo y observación macroscópica de síntomas y signos.
- Análisis microscópico de muestras colectadas en campo de suelo, raíces y semillas, haciendo uso de medios de cultivo selectivos para su aislamiento.
- Estudio práctico de los postulados de Koch.
- Aplicación e importancia práctica de la biología molecular en el diagnóstico de las enfermedades: ELISA, Hibridación molecular (NASH), PCR, RAPD, RFLP.
- Biología molecular de las interacciones planta-hongo: actividades de penetración en el hospedante, microbiostasis, quimiotaxis, colonización de la planta. Mecanismo moleculares de respuesta a la patogénesis, compuestos hormonales y anti hormonales, poligalacturonasas, pectato-liasas, hemicelulasas, quitinasas, celulasas
- Biología Molecular de las interacciones planta-bacterias fitopatógenas: factores de virulencia generales (genes, hrp, enzimas extracelulares, toxinas, hormonas) y específicos (reacciones eruptivas y mutaciones).
- Mecanismos de defensa del hospedante: reacción de hipersensibilidad, interacción gen a gen, genes de avirulencia, proteínas de defensa.
- Mecanismos moleculares de la resistencia de las plantas: genética, especificidad y fenotipo de la resistencia. Mecanismos moleculares de la defensa natural de las plantas (fitoalexinas). Resistencia sistémica inducida y Resistencia sistémica adquirida.

Reguladores de crecimiento y proteínas involucradas en mecanismos de resistencia y defensa de las plantas.

- Montaje de hongos e identificación de géneros de bacterias fitopatógenas
- Observación directa y aislamiento de nemátodos fitoparásitos.
- Usos del método ELISA para diagnóstico de virus

Nombre del curso: Técnicas para el aprovechamiento de desechos sólidos

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Crear conciencia y fomentar la creatividad sobre las alternativas de usos y aprovechamiento que se le pueden dar a los desechos sólidos, utilizando soluciones biotecnológicas y sus conocimiento a los largo de la carrera convirtiéndose en agentes de cambio proactivo y no reactivo.
- Reconocer el potencial de los microorganismos en los sistemas de tratamiento de desechos.
- Conocer los tipos de clasificaciones y de tratamiento para desechos existentes en el país.
- Establecer alternativas de producción y aplicación de microorganismos para mejorar la degradación de diferentes tipos de desechos.

Contenidos temáticos:

- Generalidades: desarrollo sostenible, gestión de desechos sólidos, normas ISO y otras normas internacionales relacionadas.
- Microorganismos para degradación
- Clasificación y tratamiento de desechos
- Legislación costarricense en desechos sólidos
- Reciclaje y tratamientos finales de desechos sólidos existentes.
- Uso y tratamiento de desechos urbanos y agroindustriales: biodigestión anaeróbica, compostaje.
- Energías y materiales a partir de desechos sólidos
- Importancia de la biotecnología en la utilización de residuos
- Análisis microbiológicos de desechos sólidos.
- Tratamiento de desechos biomédicos

Nombre del curso: Tratamiento biotecnológico de aguas residuales

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Comprender los principios básicos, factores y parámetros que afectan los procesos biológicos de tratamiento para mejorar la operación y funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Conocer los principales microorganismos y procesos que intervienen en el tratamiento de las aguas residuales para aplicarlo en los principales procesos biológicos de las aguas residuales.
- Reconocer los diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales, identificando los parámetros de operación y funcionamiento.

Contenidos temáticos:

- Contaminación del agua y sus efectos e indicadores de contaminación.
- Microorganismos importantes en los procesos biológicos de tratamiento
- Características de las aguas residuales: determinación de sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, pH, color y turbidez.
- Procesos biológicos más importantes y factores generales que los afectan.
- Reglamento de vertido y reuso de aguas residuales.
- Determinación de DQO, DBO y OD en aguas ordinarias y domésticas.
- Lodos activados
- Simulación de un sistema aerobio y medición de parámetros iniciales.
- Modificaciones al proceso convencional de lodos activados.
- Biodiscos: especificaciones, factores que lo afectan, filtros rociadores
- Medición de parámetros finales de las características del efluente del tratamiento aerobio simulado.
- Lagunas de oxidación
- Tipos de lagunas (anaerobias, aerobias, facultativas, de maduración, aireadas)
- Biodigestores anaerobios

Nombre del curso: Seguridad de la biotecnología

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Desarrollar una actitud crítica acerca de los riesgos más frecuentes asociados a los procesos biotecnológicos modernos y su prevención, utilizando para ello tanto criterios técnicos como legales.
- Evaluar los riesgos que conllevan la experimentación, liberación y producción de organismos vivos modificados (OVM) en condiciones confinadas y abiertas.
- Diferenciar las características que poseen los diversos organismos vivos modificados y su relación con la seguridad ambiental.

- Comprender y aplicar las directrices técnicas que rigen a los protocolos nacionales e internacionales sobre seguridad de la biotecnología moderna

Contenidos temáticos:

- Conceptos: organismos vivos modificados (OVM), genes marcadores y seleccionadores
- Bioseguridad en laboratorios e invernaderos. Evaluación y gestión del riesgo
- Legislación: patentes, movimientos involuntarios y medidas de emergencia, manipulación, transporte e identificación.
- Perspectivas y detección: industria biotecnológica, detección bioquímica y molecular de OVM

Nombre del curso: Biotecnología y genética humana

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Analizar, interpretar e identificar la genética de algunas enfermedades hereditarias humanas, causas genéticas, detección y posibles tratamientos mediante técnicas moleculares.
- Describir las estrategias para el desarrollo de una investigación en el área de genética humana.
- Aplicar las bases de datos disponibles en la web, relacionadas con genómica funcional actual, así como el funcionamiento de algunos paquetes computacionales de interés en el área.
- Comprender las bases moleculares de algunas enfermedades hereditarias.

Contenidos temáticos:

- Metodología básica para el desarrollo de un estudio o proyecto en genética humana
- Estado actual de la Genética Humana: fertilización in vitro, Proyecto Genoma Humano, clonación, implicaciones éticas, sociales y legales.
- Enfermedades Hereditarias: patrones de herencia, enfermedades multifuncionales, investigaciones a nivel nacional.
- Introducción a la Bioinformática para el análisis de genes y proteínas: Genómica (bases de datos OMIM, NCBI, STRBase), paquetes de bioinformáticas. Genómica funcional.
- Genoma Mitocondrial
- Base molecular y bioquímica de algunas enfermedades hereditarias
- Principios de ligamiento y secuenciación de genes implicados en enfermedades humanas: análisis genealógicos, técnicas de búsqueda de genes, secuenciación manual y automática.
- Biología y genética del cáncer: oncogenes y genes supresores de tumores, leucemia, cáncer de mama y cervix
- Técnicas de diagnóstico molecular: PCR, RT-PCR, marcadores STRs, hibridaciones radioactivas, FISH, CGH.

- Consejo genético y diagnóstico prenatal
- Análisis forenses y de paternidad
- Ingeniería genética en animales y humanos: terapia génica, estrategias virales y no virales.

Nombre del curso: Ingeniería bioquímica

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Conocer y analizar diferentes técnicas utilizadas en los bioprocesos para crecer células de forma continua y obtener diversos productos de aplicación industrial, farmacéutica y ambiental
- Analizar y comparar diferentes sistemas de crecimiento celular continuos, escalamiento y separación
- Diseñar una operación virtual de biorreactores

Contenidos temáticos:

- Introducción a la Ingeniería Bioquímica: bioprocesos y procesos de producción biotecnológica
- Balance de masa y energía: cinética general de reacciones en sistemas biológicos, cinética microbiana, transferencia de masa interna y externa.
- Sistemas de crecimiento: biorreactores y tipos de biorreactores (tanque agitado, columna de burbujeo, airlift-reactor, packed bed, fluidised bed, trickle-bed).
- Cinética de crecimiento celular en biorreactores: producción y consumo de sustratos
- Sistemas de crecimiento celular
- Métodos de escalamiento
- Separaciones: filtración, centrifugación, sedimentación, disrupción celular, extracción, adsorción, cromatografía.
- Introducción práctica para la operación de biorreactores (biorreactor virtual)

Nombre del curso: Sistemas biotecnológicos de producción

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Familiarizar al estudiante con el uso de diferentes sistemas biotecnológicos para la obtención de productos biológicos empleando biorreactores.
- Conocer y los diferentes mecanismos para la introducción de ADN en bacterias haciendo uso de vectores, expresión de proteínas en bacterias, metodologías de recuperación y purificación de estas.
- Demostrar la producción de proteínas recombinantes en bacterias.

- Abordar la temática sobre la estandarización química de los desechos para que puedan ser utilizados en una fermentación microbiana.
- Demostrar la estandarización de un caldo de fermentación.
- Comprender los principios, factores y variables que influyen en la inducción y producción de callos friables y el establecimiento de suspensiones celulares
- Especificar la configuración y funcionamiento básico de los diferentes tipos de biorreactores disponibles en el mercado, para el cultivo de células vegetales, algas, musgos y raíces transformadas.

#### Contenidos temáticos:

- Producción de proteínas en procariontes: manipulación de genes, producción de proteínas en bacterias, uso de vectores.
- Sistemas de expresión microbiana
- Recuperación y purificación de proteínas expresadas en microorganismos
- Utilización de desechos agroindustriales: producción de materias, desechos fermentables, características químicas de los desechos y los microorganismos
- Determinación de los parámetros de progreso en las fermentaciones, acondicionamiento de la reacción y los biorreactores.
- Preparación de caldos de fermentación y preparación del biorreactor: variables de fermentación y determinación del producto final.
- Cultivo de células vegetales en biorreactores: embriogénesis somática, metabolitos secundarios, biorreactores.
- Calogénesis: medios de cultivo, reguladores de crecimiento, factores físicos, friabilidad, citología, líneas celulares.
- Establecimiento de suspensiones celulares y escalamiento: métodos de disociación celular, morfología de células en suspensión, crecimiento y cinética celular, factores que influyen en el cultivo de células (medios de cultivo, intercambio gaseoso, pH, otros)
- Sistemas de inmovilización celular
- Biorreactores diseñados para el cultivo de células vegetales, algas y raíces: componentes básicos, funcionamiento, clasificación, requerimientos básicos (oxígeno disuelto, pH, temperatura)
- Cinética de crecimiento en biorreactores: viscosidad, reología, demanda de oxígeno, OTR, OUR, tipos de impulsores.
- Microbiorreactores
- Producción de plantas por medio de embriogénesis somática y producción de metabolitos secundarios en biorreactores.
- Escalamiento y estudio de casos de éxito
- Armado, esterilización, inoculación y manejo del biorreactor.

Nombre del curso: Fundamentos de anatomía y desarrollo animal

Créditos: 4

#### Propósitos generales:

- Evaluar las estrategias y aplicaciones biotecnológicas para la identificación y manejo de los principales tipos de células y tejidos animales.

- Distinguir los procesos embriológicos básicos de los principales filos animales.
- Diferenciar la anatomía básica de invertebrados y vertebrados.
- Comparar los diferentes sistemas orgánicos en cuanto a sus funciones y evolución entre los filos.
- Manipular los principales tipos de células y tejidos animales que componen los órganos y sistemas, describiendo su aplicación en la biotecnología.

Contenidos temáticos:

- Reino animal y descripción de los principales grupos
- Embriología básica y estilos de segmentación
- Origen embriológico y filogenético de estructuras en vertebrados e invertebrados
- Sistema digestivo
- Sistema excretor
- Sistema respiratorio
- Sistema circulatorio
- Sistema nervioso
- Sistema reproductor urogenital
- Sistema de soporte
- Histología Animal
- Tejidos animales y su relación con la biotecnología
- Técnicas de procesamiento de tejidos

Nombre del curso: Bioinformática para biotecnología

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Brindar conocimientos y herramientas bioinformáticas que permitan la formación de profesionales competitivos, investigadores y proactivos, capaces de integrar conocimientos y resolver problemas prácticos.
- Desarrollar habilidades en el manejo de software para imágenes biológicas, bases de datos de patentes centralizadas en Estados Unidos, Europa y patentes internacionales (PCTs).
- Interpretar información técnica-científica de Organismos Genéticamente Modificados de uso agrícola, utilizando el sistema internacional de nomenclatura de la OECD.
- Diseñar y valorar primers para la amplificación por PCR de fragmentos de ADN y determinar mediante PCR virtual su adecuado funcionamiento.
- Aprender a realizar mapas de restricción y cómo insertar secuencias de ADN en un plásmido o vector bacteriano.

Contenidos temáticos:

- Conceptos de Bioinformática.
- Interpretación de imágenes con significado biológico.

- Software para imágenes digitales y datos como colonias bacterianas, bandas de geles, crecimiento de colonias, tamaño macroscópico, entre otros
- Software para interpretar imágenes de microscopio, detección de núcleos, forma, conteo celular.
- Patentes: sitios de búsqueda, interpretación de patentes
- Organismos Genéticamente Modificados: nomenclatura de OECE, bases de datos, búsqueda de Dossiers.
- Herramientas prácticas para biología molecular: diseño y análisis de primers, PCR virtual, análisis de datos de secuenciación, mapas de restricción, diseño de vectores, análisis y comparación de secuencias nucleotídicas.
- Identificación y diagnóstico de especies mediante secuencias que codifican ADN: disposición, uso e identificación de organismos mediante secuencias de ADN que codifican para ARNr, así como otros genes de referencia. Acceso a bases de datos internacionales referentes a ADN ribosomal y otros.
- Predicción de genes (procariotas y eucariotas), predicción de promotores y elementos de regulación. Herramientas en línea para predicciones.

Nombre del curso: Bacteriología aplicada a la biotecnología

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Aplicar la bacteriología en el ámbito agrícola, industrial y ambiental con el fin de aprovechar su potencial biotecnológico.
- Conocer y comprender los conceptos básicos sobre bacteriología, clasificación taxonómica, organización celular y subcelular de las bacterias para identificar el potencial biotecnológico de las diferentes estructuras bacterianas.
- Sintetizar el ciclo de vida de las bacterias, evaluando su organización genética, los procesos fisiológicos y la diversidad metabólica para comprender su papel en la naturaleza.

Contenidos temáticos:

- Taxonomía bacteriana e impacto de las bacterias en las actividades humanas.
- Bacterias con potencial biotecnológico
- Estructura bacteriana: organización celular y subcelular, membrana citoplasmática, membrana externa (LPS), pared celular, cápsula, estructuras de adhesión y de almacenamiento
- Identificación y reconocimiento de flagelos y cápsulas bacterianas
- Genética bacteriana: organización del material genético, cromosoma, elementos extracromosomales, intercambio de información genética de conjugación, identificación de transconjugantes, importancia evolutiva del proceso.
- Fisiología Bacteriana: crecimiento y nutrición, papel de las membranas celulares, biosíntesis.
- Diversidad metabólica: oxidación de compuestos orgánicos e inorgánicos, regulación del metabolismo aerobio y anaerobio, fotosíntesis, importancia de la biorremediación.
- Biorremediación de compuestos xenobióticos mediante un producto comercial a base de bacterias.

- Digestión anaerobia. Aplicaciones ambientales y energéticas.
- Toxinas bacterianas. Aplicaciones medico-cosméticas y agrícolas.
- Cultivo de Clostridium sp en jarras de anaerobiosis
- Diferenciación celular en bacterias.
- Inducción de la esporulación en Bacillus sp

Nombre del curso: Fundamentos del cultivo de células animales

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Desarrollar habilidades y destrezas para la obtención, cultivo, expansión, mantenimiento y criopreservación de cultivos celulares animales
- Reconocer la terminología asociada y los tipos de cultivos celulares animales.
- Analizar las aplicaciones y problemas relacionados con el mantenimiento del cultivo celular.
- Conocer la normativa nacional e internacional para la utilización de muestras animales y humanas en la investigación clínica.

Contenidos temáticos:

- Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL)
- Introducción al cultivo de células animales.
- Condiciones para la introducción y mantenimiento de cultivos celulares
- El laboratorio de cultivo de tejidos animales: instrumentación, equipos, área estéril, hábitos de trabajo y técnica aséptica, lavado, preparación, esterilización y almacenamiento del material. Medios de cultivo, factores de crecimiento, aditivos y materiales empleados.
- Requerimientos del entorno para un adecuado crecimiento de las células (temperatura, pH, niveles de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, humedad).
- Soportes y sustratos.
- Control y prevención de la contaminación.
- Biología de las células animales in vitro: características fisiológicas y morfológicas de las células eucariontes en cultivos in vitro, ciclo celular y apoptosis, adhesión celular y citoesqueleto, diferenciación/ desdiferenciación, senescencia, proliferación y estabilidad genética.
- Líneas celulares: purificación de tipos celulares, origen y manejos de células, iniciación de cultivos, clonado y selección, caracterización de líneas celulares.
- Cultivos primarios y líneas celulares continuas: métodos de obtención de cultivos celulares primarios, método del explante, método de disociación química o enzimática, tipos de preparaciones enzimáticas utilizadas para disgregar tejidos animales.
- Métodos de evaluación de los cultivos celulares: caracterización morfológica, estudio de recuento y viabilidad celular, tiempo de doblaje, proliferación, curva de crecimiento, ensayos de citotoxicidad, análisis microscópicos, citometría de flujo, técnicas espectrofotométricas, análisis de expresión génica (Western Blot, PCR, electroforesis), tinción celular, preparación de muestras y cortes.
- Métodos de obtención de cultivos celulares continuos

- Transformación viral.
- Inducción de expresión de la transcriptasa inversa de la telomerasa.
- Líneas celulares inmortales.
- Cultivo, mantenimiento y criopreservación de las líneas celulares: sistemas de cultivo celular en monocapa y suspensión, subcultivos utilizando disociación enzimática y mecánica, métodos para la congelación y descongelación de células
- Problemas relacionados con el cultivo celular: fuentes de obtención de células, contaminación biológica con hongos, bacterias, virus y con otras líneas celulares. Contaminación química con endotoxinas, aditivos, metales pesados, gases. Otros problemas del entorno (vibración, luz fluorescente, cambio de temperatura)
- Buenas prácticas clínicas.
- Bases éticas y legales de la experimentación con células animales y humanas: panorama actual en el país y el mundo, métodos alternativos. Validación de métodos.
- Aplicaciones de los cultivos celulares: tecnología de hibridomas, virología, bioingeniería, bioensayos de drogas, inmunología, biología celular, producción de vacunas, diagnóstico.

Nombre del curso: Tópicos Avanzados en Biotecnología I

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Profundizar los conocimientos en temas seleccionados de biotecnología
- Desarrollar destrezas y habilidades en el trabajo de investigación individual como forma de responsabilizarse por su propio aprendizaje y actualización en temas de su interés, comprendiendo las ventajas, limitaciones e implicaciones de las técnicas estudiadas.

Contenidos temáticos:

Varían según las temáticas seleccionadas por el estudiante

Nombre del curso: Tópicos Avanzados en Biotecnología II

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Profundizar los conocimientos en temas seleccionados de biotecnología
- Desarrollar destrezas y habilidades en el trabajo de investigación individual como forma de responsabilizarse por su propio aprendizaje y actualización en temas de su interés, comprendiendo las ventajas, limitaciones e implicaciones de las técnicas estudiadas.

Contenidos temáticos:

Varían según las temáticas seleccionadas por el estudiante

Nombre del curso: Bioinformática práctica para biotecnología

Créditos: 4

Propósitos generales:

- Desarrollar habilidades para ubicar, de manera sencilla, el nombre y la identificación internacional y universal de enzimas, proteínas específicas e información útil para Bioinformática.
- Analizar e interpretar la información disponible en la web para aplicarla en la interpretación de datos, investigación y desarrollo en Biotecnología tradicional y moderna.
- Desarrollar habilidades en la construcción de mapas de restricción enzimática y diseño de primers para la amplificación por PCR de fragmentos de ADN y validar su adecuado funcionamiento.
- Comprender los principios que se utilizan para comparar secuencias y la manera en que se realizan los análisis de secuencias simple y múltiple.

Contenidos temáticos:

- Conceptos de Bioinformática: secuenciación, mapeo, ensamblaje, STS, EST, contigs, bases de datos internacionales: NCBI, EBI
- Laboratorio introductorio: búsqueda de sitios web para bioinformática, análisis de datos de secuenciación, obtención de un contig, información en el NCBI: búsqueda básica de genes y proteínas en distintas bases de datos, búsqueda de información en el Gene Ontology, KEGG, ENTREZ. Predicción de intrones, exones.
- Laboratorio para utilizar herramientas bioinformáticas prácticas para biología molecular: diseño y análisis de primers, primers múltiples, PCR virtual, mapas de restricción.
- Comparación de secuencias: PAM, Blosum, dominios, motivos, sitios activos
- Laboratorio de búsqueda y alineamientos, motivos, dominios y estructuras 3D
- Laboratorio aplicado: manipulación de ADN en vectores y aplicación de conocimientos específicos en el diseño de experimentos.

Nombre del curso: Trabajo Final de Graduación

Propósitos generales:

- Desarrollar un Proyecto o Tesis de Graduación en un área de interés de la biotecnología, en una empresa o institución, para aplicar los conocimientos adquiridos durante el programa de Licenciatura.
- Ejecutar un proceso de investigación o una actividad teórico-práctica dirigida al análisis de un problema, su evaluación y propuesta de solución.
- Establecer un vínculo entre el estudiante del Programa de Licenciatura en Ingeniería en Biotecnología y la academia y/o industria.
- Desarrollar un documento escrito de tipo científico, que se debe defender oralmente ante un Tribunal Examinador.

Contenidos temáticos:

Los contenidos de este curso serán particulares y específicos para cada estudiante, dependiendo del proyecto o investigación a realizar en cada empresa o institución.

**ANEXO C**

**PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA  
EN BIOTECNOLOGÍA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO  
DE COSTA RICA**

## ANEXO C

### **PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

#### CURSO

#### PROFESOR

Diseño de experimentos para Biotecnología	Federico Picado Alvarado
Gestión de la calidad en procesos biotecnológicos	Federico Picado Alvarado
Destrezas comunicativas del inglés para Biotecnología I	Escuela de Ciencias del Lenguaje
Habilidades gerenciales	Escuela de Administración de Empresas
Investigación dirigida	Elizabeth Arnáez Serrano
	Ana Abdelnour Esquivel
	Vilma Jiménez Bonilla
	Maritza Guerrero Barrantes
	Dora Flores Mora
	Claudia Zúñiga Vega
	Ileana Moreira González
Destrezas comunicativas del inglés para Biotecnología II	Escuela de Ciencias del Lenguaje
Microbiología industrial	Virginia Montero Campos
Biotecnología de microorganismos	Johnny Peraza Moraga
Establecimiento y manejo de invernaderos	Jaime Brenes Madriz
Manejo biotecnológico de cultivos	Félix Argüello Delgado
Ingeniería genética de plantas	Giovanni Garro Monge
Aspectos moleculares de la fitopatología	Vladimir Villalba Velásquez
Técnicas para aprovechamiento de desechos sólidos	Jaime Brenes Madriz
	Elizabeth Arnáez Serrano
Tratamiento biotecnológico de aguas residuales	Alma Deloya Martínez
Seguridad de la biotecnología	Alejandro Hernández Soto
Biotecnología y genética humana	Maria Clara Soto Bernardini
Ingeniería bioquímica	Miguel Rojas Chávez
Sistemas biotecnológicos de producción	Silvana Alvarenga Venutolo
Fundamentos de anatomía y desarrollo animal	Carolina Centeno Cerdas
Bioinformática para biotecnología	Alejandro Hernández Soto
Bacteriología aplicada a la biotecnología	Olga Rivas Solano
Fundamentos del cultivo de células animales	Carolina Centeno Cerdas
Tópicos avanzados en biotecnología I	Vilma Jiménez Bonilla
	Claudia Zúñiga Vega
Tópicos avanzados en biotecnología II	Vilma Jiménez Bonilla
	Claudia Zúñiga Vega
Bioinformática práctica para biotecnología	Alejandro Hernández Soto

**ANEXO D**

**PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN  
BIOTECNOLOGÍA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE  
COSTA RICA Y SUS GRADOS ACADÉMICOS**

## **ANEXO D**

### **PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA Y SUS GRADOS ACADÉMICOS**

#### **ANA ABDELNOUR ESQUIVEL**

Doctorado en Sistemas de Producción Agrícola Tropical Sostenible, Universidad de Costa Rica. Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Fitotecnia, Universidad de Costa Rica.

#### **SILVANA ALVARENGA VENUTOLO**

Licenciatura en Botánica, Universidad de Costa Rica. Maestría en Ciencias Agropecuarias, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

#### **FÉLIX ARGÜELLO DELGADO**

Licenciatura en Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional.

#### **ELIZABETH ARNÁEZ SERRANO**

Maestría en Biología, Universidad de Costa Rica.

#### **JAIME BRENES MADRIZ**

Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. Maestría en Administración de Proyectos, Universidad para la Cooperación Internacional.

#### **CAROLINA CENTENO CERDAS**

Maestría en Fisiología Celular, Universidad de Costa Rica.

#### **ALMA DELOYA MARTÍNEZ**

Licenciatura en Química Industrial, Universidad Veracruzana, México. Maestría en Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México.

**DORA FLORES MORA**

Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. Maestría en Ciencias Agrícolas, Universidad de Costa Rica.

**GIOVANNI GARRO MONGE**

Maestría en Biología, Universidad de Costa Rica.

**MARITZA GUERRERO BARRANTES**

Maestría en Biología, Universidad de Costa Rica.

**ALEJANDRO HERNÁNDEZ SOTO**

Maestría en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales con énfasis en Biotecnología, Universidad de Costa Rica

**VILMA JIMÉNEZ BONILLA**

Bachillerato en Biología, Universidad de Costa Rica. Maestría en Ciencias Agropecuaria y de los Recursos Naturales, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

**VIRGINIA MONTERO CAMPOS**

Licenciatura en Microbiología y Clínica Química, Universidad de Costa Rica

**ILEANA MOREIRA GONZÁLEZ**

Maestría en Biología, Universidad de Costa Rica

**JOHNNY PERAZA MORAGA**

Maestría en Ciencias Fisiológicas, Universidad de Costa Rica.

**FEDERICO PICADO ALVARADO**

Doctorado en Ingeniería Industrial, Universidad de Purdue, Indiana, Estados Unidos de América.

**OLGA RIVAS SOLANO**

Maestría en Microbiología, Universidad de Costa Rica

**MIGUEL ROJAS CHÁVEZ**

Licenciatura en Microbiología y Química Clínica, Universidad de Costa Rica.  
Doctorado en Ciencias Naturales, Universidad de Hamburgo, Alemania.

**MARIA CLARA SOTO BERNARDINI**

Maestría en Biología, Universidad de Costa Rica

**VLADIMIR VILLALBA VELÁSQUEZ**

Maestría en Agricultura Tropical Sostenible, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

**CLAUDIA ZÚÑIGA VEGA**

Maestría en Biología, Universidad de Costa Rica



