

Trayectoria formativa

Una progresión desde los fundamentos hasta una investigación original.

I

SEMESTRE I

Fundamentos

- Bases Moleculares de la Señalización Celular
- Pasantía de Investigación
- Inglés Científico

II

SEMESTRE II

Especialización

- Dos cursos de especialización, como mínimo, entre cuatro alternativas
- Formulación de Proyectos I y actividad electiva

Alternativas: Biología Molecular y Genómica Avanzada; Bioinformática aplicada a estudios genómicos; Biofísica, dinámica y función de proteína; Bioinformática y estructura de macromoléculas.

III

SEMESTRE III

Proyecto doctoral

- Formulación de Proyectos II y generación de evidencia preliminar
- Examen de Calificación, inscripción e inicio de tesis

IV-VIII

SEMESTRES IV A VIII

Tesis doctoral

- Investigación original y seguimiento periódico del comité de tesis
- Comunicación de avances, escritura, defensa privada y examen público

GUÍA FORMATIVA

La formación curricular converge progresivamente en el proyecto y la tesis doctoral.

01

Perfil de egreso

DOCUMENTO	VERSIÓN	ÁMBITO
Marco formativo	27-06-2024	Programa completo

Síntesis. El egresado es un científico con formación profunda y actualizada en Bioquímica, capaz de dirigir y ejecutar de manera autónoma investigación original con aporte científico o biotecnológico. Su desempeño integra responsabilidad ética, bioética, medioambiental y de bioseguridad, junto con capacidad de contribuir al desarrollo científico, social, cultural y económico del país.

Competencias disciplinares

- Investigación: formular preguntas e hipótesis novedosas, diseñar estrategias multidisciplinarias, ejecutar experimentos y analizar rigurosamente resultados para comprender sistemas biológicos a nivel molecular.
- Integridad y seguridad: aplicar estándares nacionales e internacionales de probidad, ética, bioética y bioseguridad en el diseño experimental, el análisis de datos y el trabajo de laboratorio.
- Comunicación: expresar y defender ideas y resultados en español e inglés, adaptando el conocimiento especializado a formatos académicos y de divulgación.

Competencias genéricas

Apertura al conocimiento; compromiso ético; crítica y autocrítica; innovación; responsabilidad social; responsabilidad medioambiental; resolución de problemas; y trabajo en equipo y colaborativo.

Áreas de investigación

Bioquímica de macromoléculas · Transducción de señales en Biomedicina · Genómica y Bioinformática · Neurobioquímica · Bioquímica de microorganismos · Bioquímica de las enfermedades · Nanobioquímica.

Función curricular. El perfil articula el conjunto de actividades formativas: las asignaturas iniciales fortalecen conocimientos y análisis; la pasantía introduce la práctica investigativa; formulación de proyectos conduce al anteproyecto; y la tesis integra autonomía, originalidad, integridad y comunicación científica.

Las fichas siguientes corresponden a los programas de actividades curriculares disponibles en el conjunto documental revisado.

Documento fuente: Perfil de Egreso Doctorado en Bioquímica_27-06-2024.docx

02

Bases Moleculares de la Señalización Celular

TIPO	SEMESTRE	CRÉDITOS	REQUISITOS
Obligatoria	I	8 SCT	No consignados

Propósito. Proporciona una comprensión avanzada de la transducción de señales y de los principios bioquímicos y físicos que gobiernan la función de las macromoléculas. Vincula la organización espacial de la señalización con la dinámica de proteínas y ácidos nucleicos, su regulación y su impacto fisiológico y patológico.

Resultados de aprendizaje sintetizados

- Analizar vías y redes de señalización y el comportamiento de macromoléculas para interpretar problemas biológicos complejos.
- Aplicar enfoques experimentales y computacionales al estudio de la dinámica, regulación e impacto de la señalización celular.
- Diseñar y defender una propuesta de investigación que integre fundamentos teóricos y metodológicos.

Contenidos centrales

- Receptores, segundos mensajeros, proteínas quinasas, modificaciones postraduccionales, compartimentalización y factores de transcripción.
- Difusión, afinidad, dinámica molecular, regulación alostérica, cambios conformacionales y metodologías para su estudio.
- Plegamiento de proteínas y relación entre alteraciones estructurales y enfermedades neurodegenerativas.

Metodología. Clases expositivas, seminarios y análisis bibliográfico; las dos unidades se desarrollan en paralelo y culminan en una propuesta de investigación.

Evaluación. Seminarios 60% y proyecto de investigación con presentación oral 40%. La asistencia a seminarios es obligatoria.

Aporte a la trayectoria. Entrega una base conceptual común para comprender fenómenos moleculares y prepara al estudiante para formular preguntas, integrar metodologías y argumentar proyectos de investigación.

Documento fuente: Bases moleculares de la señalización celular_ julio 2025.docx

03

Pasantía de Investigación

TIPO	SEMESTRE	CRÉDITOS	REQUISITOS
Obligatoria	I	6 SCT	No aplica

Propósito. Promueve el desarrollo temprano de habilidades científicas y técnicas mediante participación activa en proyectos en curso, en laboratorios vinculados a las líneas del programa. La experiencia busca integrar conocimientos, fortalecer la autonomía y aproximar al estudiante a metodologías potencialmente relevantes para su tesis.

Resultados de aprendizaje sintetizados

- Ejecutar actividades experimentales o análisis bioinformáticos con rigor, sistematicidad y reproducibilidad.
- Interpretar resultados atendiendo a los fundamentos metodológicos, limitaciones estadísticas y significancia de los análisis.
- Registrar el trabajo en una bitácora y comunicarlo mediante informes y presentaciones científicas estructuradas.

Contenidos centrales

- Métodos experimentales o bioinformáticos aplicados a proyectos de biología molecular, bioquímica y áreas afines.
- Buenas prácticas, bioseguridad, bioética, registro de resultados e interpretación crítica.
- Redacción científica con introducción, metodología, resultados, discusión y conclusiones.

Metodología. Trabajo práctico en laboratorio y supervisión directa.

Evaluación. Desempeño en actividades experimentales 60% e informe final 40%. Requiere asistencia a las actividades prácticas y entrega oportuna de evaluaciones.

Aporte a la trayectoria. Conecta la formación inicial con ambientes reales de investigación y ayuda a reconocer afinidades temáticas y metodológicas antes de consolidar el proyecto doctoral.

Documento fuente: Pasantia_de_investigacion_julio 2025.docx

04

Biofísica, dinámica y función de proteína

TIPO	SEMESTRE	CRÉDITOS	REQUISITO
Especialización	II	5 SCT	Estructura y Función de Proteínas o equivalente

Propósito. Profundiza en la relación entre dinámica estructural y función biológica de las proteínas. Integra fundamentos teóricos y métodos experimentales para estudiar unión a ligandos, alosterismo, plegamiento, desorden estructural y sistemas macromoleculares complejos.

Resultados de aprendizaje sintetizados

- Aplicar principios de dinámica estructural para explicar la función de proteínas.
- Relacionar conceptos biofísicos con metodologías de caracterización experimental.
- Explicar procesos complejos como mal plegamiento, acción de chaperonas y función de proteínas intrínsecamente desordenadas.

Contenidos centrales

- Heterogeneidad conformacional, ajuste inducido, selección conformacional, alosterismo y paisajes energéticos de plegamiento.
- Espectroscopías, métodos de alta resolución, mecánica estadística y aproximaciones de molécula individual.
- Chaperonas, alteraciones del plegamiento, proteínas desordenadas, agregados, condensados y complejos macromoleculares.

Metodología. Clases expositivas, seminarios y discusión crítica de literatura científica.

Evaluación. Promedio de seminarios 70% y prueba final integradora 30%. Exige al menos 80% de asistencia.

Aporte a la trayectoria. Ofrece especialización conceptual y metodológica para proyectos centrados en estructura, dinámica, plegamiento, regulación y función de proteínas.

Documento fuente: Biofísica_dinámica_y_función_de_proteína_2025.docx

05

Bioinformática y estructura de macromoléculas

TIPO Especialización	SEMESTRE II	CRÉDITOS 5 SCT	REQUISITO Bases Moleculares... o equivalente
--------------------------------	-----------------------	--------------------------	---

Propósito. Entrega una formación teórico-práctica en bioinformática estructural para analizar secuencias, predecir y validar estructuras, estudiar dinámicas moleculares e integrar evidencia evolutiva, funcional y regulatoria sobre proteínas.

Resultados de aprendizaje sintetizados

- Aplicar herramientas bioinformáticas para predecir, modelar y analizar estructuras proteicas.
- Combinar alineamientos, bases de datos, modelamiento estructural y simulaciones para caracterizar función y dinámica.
- Integrar resultados computacionales para proponer hipótesis sobre evolución, función y regulación de proteínas.

Contenidos centrales

- Bases de datos y alineamiento de secuencias; visualización tridimensional con herramientas especializadas.
- Predicción y validación estructural mediante modelamiento comparativo y métodos como AlphaFold.
- Dinámica molecular, interacciones proteína–ligando, docking y aproximaciones de aprendizaje automático.
- Aplicaciones de inteligencia artificial para predicción, análisis funcional y diseño de variantes proteicas.

Metodología. Clases expositivas y laboratorios computacionales, con reportes e informes asociados a las actividades prácticas.

Evaluación. El programa indica evaluación mediante reportes y discusión de prácticas, además de 80% mínimo de asistencia; no consigna ponderaciones definitivas.

Aporte a la trayectoria. Entrega herramientas computacionales para abordar problemas de estructura, dinámica y diseño molecular, complementando la formación experimental.

Documento fuente: Bioinformática_y_estructura_de_macromoléculas_julio 2025.docx

06

Bioinformática aplicada a estudios genómicos

TIPO	SEMESTRE	CRÉDITOS	REQUISITOS
Especialización	II	5 SCT	No aplica

Propósito. Forma en el análisis computacional de datos de secuenciación masiva y en la interpretación crítica de información genómica, con aplicación a preguntas biológicas y biomédicas y a la formulación de proyectos multidisciplinarios.

Resultados de aprendizaje sintetizados

- Usar entornos de programación, bases de datos biológicas y herramientas para procesar información genómica.
- Ensamblar, anotar y analizar genomas y transcriptomas, incluyendo detección e interpretación de variantes.
- Predecir elementos regulatorios y realizar análisis comparativos, filogenéticos y de pan-genomas.

Contenidos centrales

- Linux, Bash, Jupyter y formatos de secuenciación; manejo de datos y principios FAIR.
- Control de calidad, ensamblaje de novo o por referencia y anotación estructural y funcional.
- Elementos regulatorios, ChIP-seq, ATAC-seq y recursos como ENCODE, JASPAR y MEME Suite.
- Genómica comparativa, filogenética, pan-genomas, variabilidad genómica y anotación de variantes.

Metodología. Clases teórico-prácticas, laboratorios computacionales y discusión de artículos científicos.

Evaluación. Tareas computacionales 60% y discusión de artículos 40%, evaluadas mediante rúbricas técnicas y de argumentación científica.

Aporte a la trayectoria. Proporciona una ruta de especialización para proyectos que requieren análisis reproducible de datos genómicos, transcriptómicos y regulatorios.

Documento fuente: Propuesta de ajustes programa_bioinformatica_09_10_2025_-_VMC.docx

07

Biología Molecular y Genómica Avanzada

TIPO	SEMESTRE	CRÉDITOS	REQUISITOS
Especialización	II	5 SCT	No consignados

Propósito. Entrega una comprensión profunda y actualizada de la organización, función y regulación de genomas procarióticos y eucarióticos. Integra mecanismos transcripcionales, postranscripcionales, traduccionales y epigenéticos con tecnologías ómicas y herramientas contemporáneas de manipulación y edición genética.

Resultados de aprendizaje sintetizados

- Integrar conocimientos de biología molecular, genómica y epigenómica para formular preguntas científicas novedosas.
- Seleccionar y justificar técnicas experimentales avanzadas, particularmente enfoques de secuenciación masiva, para generar e interpretar datos genómicos, epigenómicos y transcriptómicos.
- Formular hipótesis sobre regulación génica y diseñar estrategias que combinen métodos moleculares y ómicos.
- Analizar críticamente la idoneidad y las limitaciones de los diseños experimentales, incorporando consideraciones éticas y bioéticas.
- Comunicar de forma clara y estructurada argumentos, resultados e interpretaciones en biología molecular y genómica.

Contenidos centrales

- Estructura de genomas y regulación de la expresión génica en procariontes; genómica comparativa y funcional.
- Organización del genoma, cromatina, transcripción y regulación génica en eucariontes.
- Epigenética: metilación del DNA, modificaciones de histonas y métodos epigenómicos.
- Procesamiento y control de calidad del RNA; RNAs no codificantes y epitranscriptómica.
- Regulación de la traducción, microRNAs, gránulos de RNA, uso de codones y modificaciones de tRNA.
- Manipulación genética en eucariontes mediante CRISPR-Cas y vectores virales.

Metodología. Clases expositivas interactivas, seminarios bibliográficos y formulación tutorizada de un proyecto de investigación, con entrega escrita y presentación oral.

Evaluación. Pruebas escritas 40%, proyecto de investigación 30% y seminarios bibliográficos 30%. Exige 90% de asistencia a clases y asistencia obligatoria a los seminarios.

Aporte a la trayectoria. Completa la oferta de especialización con una ruta centrada en regulación génica, tecnologías ómicas y edición del genoma, conectando fundamentos moleculares con el diseño de investigación avanzada.

Documento fuente: Propuesta de Programa Biología molecular y genómica avanzada RM revisada 3 abril 2025_SE_RECOMIENDA INTEGRAR UNIDADES PARA DIMIN_(1).docx

08

Formulación de proyectos I

TIPO	SEMESTRE	CRÉDITOS	REQUISITOS
Obligatoria	II	13 SCT	No aplica

Propósito. Inicia el diseño formal de la investigación doctoral. El estudiante identifica un problema, analiza el estado del arte y construye un proyecto factible, relevante y coherente con las áreas del programa, incorporando comunicación científica y marcos éticos, bioéticos y de bioseguridad.

Resultados de aprendizaje sintetizados

- Distinguir tipos y estructuras de proyectos y seleccionar el formato pertinente.
- Analizar literatura de frontera y formular hipótesis, objetivos y una justificación de novedad conceptual.
- Diseñar metodología, plan de trabajo, análisis y manejo de riesgos para una propuesta doctoral viable.
- Evaluar proyectos considerando mérito, factibilidad, presupuesto, impacto y certificaciones requeridas.

Contenidos centrales

- Elementos estratégicos de un proyecto doctoral y búsqueda sistemática del estado del arte.
- Hipótesis, objetivos, novedad, relevancia, diseño experimental, tamaño muestral y análisis estadístico.
- Planificación, resultados esperados, limitaciones, trazabilidad, confidencialidad y coherencia integral.
- Criterios de evaluación, ética, bioética, bioseguridad, cooperación y valoración de productos.

Metodología. Clases teóricas, escritura progresiva del proyecto, talleres de presentación y discusión, y actividades en laboratorios del claustro.

Evaluación. Dos trabajos escritos parciales 20%, cuatro presentaciones orales 40% y trabajo final 40%. Exige asistencia completa a los talleres y nota final mínima 4,0.

Aporte a la trayectoria. Transforma un interés científico en una propuesta doctoral argumentada, planificada y evaluable, y prepara la transición hacia la obtención de evidencia preliminar.

Documento fuente: Formulación_de_proyectos_I_julio 2025.docx

09

Formulación de proyectos II

TIPO	SEMESTRE	CRÉDITOS	REQUISITO
Obligatoria	III	30 SCT	Formulación de proyectos I

Propósito. Consolida el anteproyecto de tesis mediante generación de datos experimentales o análisis bioinformáticos. El trabajo enfatiza validez metodológica, reproducibilidad, pensamiento crítico, argumentación científica e integridad en la producción de conocimiento.

Resultados de aprendizaje sintetizados

- Ejecutar actividades experimentales o bioinformáticas cumpliendo principios éticos, bioéticos y de bioseguridad.
- Diseñar procedimientos considerando limitaciones técnicas, controles y condiciones que permitan interpretar los resultados.
- Defender científicamente los datos y enriquecer el proyecto con enfoques multidisciplinarios.

Contenidos centrales

- Métodos avanzados, recolección de datos, buenas prácticas de laboratorio y control de variables.
- Trazabilidad, reproducibilidad, documentación de protocolos e interpretación crítica de resultados.
- Elaboración, presentación y defensa del anteproyecto de tesis doctoral.

Metodología. Clases teóricas, sesiones de discusión, presentaciones de avances y trabajo experimental o computacional en laboratorio.

Evaluación. Informe de datos 30%, avances del anteproyecto 20%, Examen de Calificación 25% y defensa del anteproyecto 25%. Requiere aprobar el Examen de Calificación y la defensa.

Aporte a la trayectoria. Opera como hito de transición entre la formación y la tesis: verifica dominio conceptual, capacidad experimental y viabilidad del proyecto antes de su desarrollo pleno.

Documento fuente: Formulación_de_proyectos_II_julio 2025.docx

10

Tesis Doctoral

TIPO	PERIODO	CRÉDITOS	REQUISITOS
Actividad de graduación	Semestres IV a VIII	150 SCT	No consignados

Propósito. Es la actividad integradora en la que el estudiante diseña, ejecuta e interpreta una investigación original en una de las áreas del programa. Debe demostrar autonomía, dominio metodológico, pensamiento crítico, resolución de problemas, integridad y comunicación científica.

Resultados de aprendizaje sintetizados

- Diseñar y ejecutar un proyecto original con metodologías apropiadas para obtener e interpretar evidencia.
- Relacionar los hallazgos con el conocimiento bioquímico disponible y establecer su contribución disciplinar.
- Elaborar y defender una tesis con estándares académicos, científicos y éticos.

Contenidos centrales

- Los contenidos específicos dependen del problema y de la línea de investigación elegida.
- Planificación de etapas, selección metodológica, financiamiento, análisis crítico de literatura y resolución de problemas.
- Comunicación de avances, participación científica, redacción de tesis y publicación de resultados.

Metodología. Investigación experimental o analítica, seminarios, tutorías con el director, presentaciones ante comité, participación en actividades científicas y redacción de publicaciones.

Evaluación. El documento contempla Avance I, Avance II, defensa privada y defensa pública, con calificación cualitativa de aprobado o reprobado. Requiere aprobación del comité y que la tesis origine una publicación en una revista WOS.

Aporte a la trayectoria. Integra y evidencia el logro del perfil de egreso mediante una contribución original, defendida ante pares y comunicada en formatos científicos.

Documento fuente: Programa_Tesis_Doctoral_ julio 2025.docx