

Propuesta de Curso de Posgrado 2025

NUEVOS MATERIALES BASADOS EN BIOPOLÍMEROS: FUNDAMENTOS Y APLICACIONES AVANZADAS

Docente: Hernane da Silva Barud – Universidad de Araraquara/Araraquara-Brasil

Coordinadores: Dr. Hernane da Silva Barud y Dra. Ana Maria Gagneten

Objetivo general del curso

Introducir conceptos básicos de biopolímeros y nanocompuestos biopoliméricos, sus principales características y diferentes modos de obtención, mediante procesos “*bottom up* y *top down*”, con énfasis en las aplicaciones en los campos medicinal, de alimentos, biosensores, control biológico, catálisis y biorremediación. En síntesis, se propone realizar una descripción general de los biopolímeros en la tríada estructura-propiedades-aplicaciones.

Fundamentación

Los materiales biopoliméricos pueden ser obtenidos por diferentes microorganismos (bacterias, hongos, algas, etc.) y diferentes rutas biotecnológicas. Los biopolímeros cumplen todas las exigencias de los principios ESG (de sus siglas en inglés, *Environment, Social, Governance*), y promueven de forma segura la circularidad. Durante los últimos 20 años el responsable del curso se ha dedicado a la producción de biopolímeros y nanocompuestos biopoliméricos mediante procesos “*bottom up* y *top down*”, los cuales se caracterizaron mediante pruebas fisicoquímicas, pruebas *in vitro* e *in vivo*. Los nuevos materiales han sido aplicados a medicina regenerativa y química medicinal, alimentos, Biofotónica/Sensores, catálisis, biorremediación y control biológico. Además, ha buscado fortalecer la interacción universidad-empresa, a través de convocatorias de integración de alianzas, procesos de presentación de patentes y transferencia de tecnología de biopolímeros, creando startups.

Como fue mencionado, el curso de posgrado que se propone tiene como objetivo general, realizar una descripción general de los biopolímeros y nanocompuestos biopoliméricos en la tríada estructura-propiedades-aplicaciones.



Modalidad

Se propone que la modalidad del curso sea híbrida, con instancias presenciales y virtuales.

Perfil de los alumnos a quienes está orientado el Curso

Alumnos de carreras de Maestría o Doctorado o egresados de las siguientes carreras: Licenciaturas en Biotecnología, Biodiversidad, Bioingeniería, Bioinformática, Genética, Alimentos, Química, Bioquímica, Ingeniería Química, Farmacia, Diseño Industrial y carreras de Medicina y Medicina Veterinaria.

Objetivos específicos

- 1- Introducir conceptos básicos de biopolímeros y nanocompuestos biopoliméricos y abordar sus principales características.
- 2- Explorar los diferentes modos de obtención de biopolímeros y nanocompuestos biopoliméricos, mediante procesos "*bottom up* y *top down*".
- 3- Conocer las múltiples aplicaciones de biopolímeros y nanocompuestos biopoliméricos en los campos medicinal, de alimentos, biosensores, control biológico, catálisis y biorremediación.
- 4- Propiciar una nueva red de colaboración entre la Universidad brasileña UNIARA y la Universidad argentina UNL, integrando y compartiendo actividades de posgrado y de investigación, entre profesores y estudiantes de posgrado de ambas universidades.

PROGRAMA ANALÍTICO

Principales ejes temáticos y/o contenidos conceptuales

Tema 1: Biopolímeros

Introducción a los Biopolímeros

1.1 Concepto y Clasificación de Biopolímeros

Definición de biopolímeros: polímeros naturales o sintetizados a partir de fuentes renovables, biodegradables o biocompatibles.

Clasificación: Según su origen: naturales (e.g., celulosa, quitina) vs. sintéticos biodegradables (e.g., PLA, PHA), Según su estructura química: polisacáridos, proteínas, ácidos nucleicos, polihidroxicanoatos. Importancia en sostenibilidad y reducción de plásticos convencionales. Clasificación según el tamaño: biopolímeros y materiales (nano)biopoliméricos.

1.2. Propiedades Físicas, Químicas y Mecánicas de los Biopolímeros y materiales nanopoliméricos

Estructura y propiedades moleculares: peso molecular, grado de cristalinidad, hidrofobicidad/hidrofiliidad. solubilidad en solventes. Propiedades mecánicas: resistencia a la tracción, elasticidad, degradabilidad en diferentes ambientes. Termoestabilidad y procesamiento: relación de las propiedades térmicas con el tipo de aplicación.

1.3. Métodos de Síntesis de Biopolímeros

Síntesis química: polimerización, copolimerización. Síntesis biotecnológica: uso de microorganismos, plantas y animales para la producción de biopolímeros. Reutilización de desechos industriales. Comparación de procedimientos de obtención.

1.4. Técnicas de purificación de polímeros: precipitación diferencial, efectos *slating out* y *salting-in*, columnas de purificación. Técnicas automatizadas: HPLC, FPLC, etc.

1.5 Técnicas de síntesis: precipitación selectiva, desplazamiento por solventes, coprecipitación, microfluídica, electrohilado, solution blown spinning, etc.

1.5 Aplicaciones de los Biopolímeros: aplicaciones en los campos medicinal, de alimentos, biosensores, control biológico, catálisis y biorremediación.

Tema 2: Biomateriales

2.1. Definición de biomateriales: materiales diseñados para interactuar con sistemas biológicos.

2.2 Requisitos y propiedades clave: biocompatibilidad, biodegradabilidad, resistencia mecánica, estabilidad térmica, y comportamiento en entornos biológicos.

2.3 Clasificación de biomateriales: polímeros, metales, cerámicas, y compuestos.

Uso de nanobiopolímeros y nanocompuestos en aplicaciones avanzadas (e.g., medicina regenerativa, envases inteligentes, ingeniería de tejidos, sistemas de liberación controlada de fármacos); materiales que responden a estímulos (e.g., temperatura, pH).

2.4 Combinación con otros materiales para mejorar propiedades (biocompuestos y blends).

2.5 Biocompatibilidad y Ensayos de Seguridad

Evaluación de citotoxicidad, sensibilización y genotoxicidad en el desarrollo de nuevos materiales.



Tema 3: Sensores y Biosensores

3.1 Introducción a Sensores y Biosensores

Definición de sensores y biosensores. Historia y evolución de los sensores.

3.2 Clasificación de Sensores

Sensores químicos, físicos y biológicos, Sensores de contacto y sin contacto.

Sensores analógicos y digitales.

3.3 Sensores basados en polímeros para aplicaciones multifuncionales.

Tema 4: Control Biológico

4.1. Concepto y Definición de Control Biológico

Definición: uso de organismos vivos para reducir o controlar poblaciones de plagas y enfermedades en plantas, sin el uso de pesticidas químicos.

4.2 Diferencia con otros métodos de control (químico, físico y cultural).

4.3 Importancia en la agricultura sostenible y en la reducción del impacto ambiental.

4.4 Nuevas formulaciones biopoliméricas para el control biológico.

Tema 5: Biorremediación con biopolímeros

5.1. Introducción a la Biorremediación

Definición y conceptos básicos. Historia y desarrollo de la biorremediación, Importancia en el contexto ambiental, Efectos de los contaminantes en ecosistemas y salud humana. Aplicaciones de biopolímeros como adsorbentes de compuestos orgánicos y cationes inorgánicos para el tratamiento de agua.

5.2. Principios de la Biorremediación

Mecanismos de biorremediación: biodegradación, fito-remediación, entre otros. Rol de los microorganismos en la degradación de contaminantes, Factores que afectan la eficacia de la biorremediación.

5.3 Microorganismos en Biorremediación

Tipos de microorganismos: bacterias, hongos y algas.

5.4 Técnicas de Biorremediación

Biorremediación *in situ* vs. *ex situ*, Bioaumentación y bioventilación, Fitorremediación y su aplicación.

5.5. Evaluación de Sitios Contaminados

Métodos de análisis de suelos y aguas contaminadas. Evaluación de riesgos y selección de tecnologías adecuadas.



Tema 6: Biopolímeros y Catálisis

6.1 Ventajas y desventajas de los biopolímeros como soportes en comparación con los materiales tradicionales

6.2 Fotocatálisis con Biopolímeros

Principios de la fotocatálisis y el rol de los biopolímeros en estos sistemas, Biopolímeros como soportes de semiconductores para la fotocatálisis. Aplicaciones en degradación de contaminantes y tratamiento de aguas

Tema 7. Alimentos

7.1 Características de los biopolímeros en envases: propiedades de barrera, biodegradabilidad, y resistencia, envases activos y envases inteligentes. Estudios de caso en el uso de biopolímeros en empaques de alimentos frescos, congelados y secos.

7.2 Comestibles y Películas Activas

Definición y aplicaciones de películas comestibles. Recubrimientos activos para prolongar la vida útil de productos perecederos. Evaluación sensorial y funcional de biopolímeros en aplicaciones comestibles.

7.2 Emulsificantes, Gelificantes y Espesantes en Alimentos

Uso de biopolímeros como agentes estructurales en formulaciones alimentarias. Efectos de los biopolímeros en la textura, estabilidad y palatabilidad de alimentos, aplicaciones comunes en productos lácteos, helados y productos de panificación.

Fecha de iniciación: 30 de mayo 2025 al 4 de julio 2025

Carga horaria total: 60 horas distribuidas de la siguiente manera: 32 horas presenciales y virtuales (teorías); 28 horas virtuales destinadas a la elaboración de los seminarios I y II por parte de los estudiantes, y a la tutoría y evaluación de los mismos por parte del docente, que son requisitos para aprobar el curso.

Número de vacantes: Para las clases teóricas y seminarios no habrá limitaciones en cuanto a vacantes. En cuanto al desarrollo de las monografías será de 15-20 alumnos por grupo.

Programa y cronograma del Curso: detallando número de clases (teóricas, prácticas, etc.), horarios y responsables de los mismos.



Cronograma de cursado y responsables

Tema	Fecha	Profesor responsable
Temas 1 y 2: Biopolímeros y Biomateriales. Métodos de obtención y procesamiento de biopolímeros	30/5	Dr. Hernane Barud/presencial (4 h)
Temas 3: Sensores y Biosensores. Biosensores basados en Biopolímeros	31/5	Dr. Hernane Barud/presencial (4 h)
Tema 4: Control Biológico. Aplicaciones de Biopolímeros en Control Biológico.	2/6	Dr. Hernane Barud/presencial (4 h)
Tema 5: Biorremediación con biopolímeros. Aplicaciones de Biopolímeros en Biorremediación.	3/6	Dr. Hernane Barud/presencial (5 h)
Tema 6: Biopolímeros y Catálisis. Aplicaciones de Biopolímeros en Catálisis.	4/6	Dr. Hernane Barud/presencial (5 h)
Preparación de Seminario I	5/6 y 6/6	Estudiantes (10 h)
Seminario I, estudiantes (Estructura de biopolímeros)	13/6	Estudiantes/virtual (4 h)
Tema 7: Alimentos. Aplicaciones de Biopolímeros en Alimentos.	20/6	Dr. Hernane Barud/virtual (4 h)
Aplicaciones emergentes en Biopolímeros	27/6	Dr. Hernane Barud/virtual (4 h)
Preparación de Seminario II	20/6 al 27/6	Estudiantes (10 h)
Seminario II, estudiantes (Aplicaciones de biopolímeros)	30/6 y 4/7	Estudiantes/virtual (4 h)

Sistema de Evaluación

La evaluación constará de la participación y aprobación de 2 seminarios:

- Seminario I – 10-15 min acerca de un biopolímero, su estructura-propiedad. Los polímeros serán decididos en los días del curso.
- Seminario II – 20 min acerca de un compuesto biopolímero y sus aplicaciones avanzadas.

Condiciones de admisión de los cursantes

Se admitirán estudiantes de carreras de Maestría o Doctorado o egresados de las siguientes carreras: Licenciaturas en Biotecnología, Biodiversidad, Bioingeniería,



Bioinformática, Genética, Alimentos, Química, Bioquímica, Ingeniería Química e Ingeniería Industrial y carreras de Medicina y Medicina Veterinaria.

Bibliografía

- a) Sabu Thomas, Ajitha AR, Cintil Jose Chirayil, Bejoy Thomas. Handbook of Biopolymers. <https://link.springer.com/referencework/10.1007/978-981-19-0710-4>
- b) Biopolymers-Based Composites for Multifunctional Applications. https://www.mdpi.com/journal/polymers/special_issues/bio_organ_inorgan_nanocompos
- c) Polysaccharides for tissue engineering: Current landscape and future prospects. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30446147/>. Carbohydr Polym. 2019 Feb 1;205:601-625.
- d) A comprehensive review on recent advances in preparation, physicochemical characterization, and bioengineering applications of biopolymers. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00289-022-04443-4>. Polymer Bulletin (2023) 80:7247–7312
- e) A Review on Biopolymer-Based Biodegradable Film for Food Packaging: Trends over the Last Decade and Future Research. <https://www.mdpi.com/2073-4360/15/13/2781>. Polymers **2023**, 15(13), 2781