IUDPT
Educación para la era del conocimiento

# *Instituto Universitario para el Desarrollo Productivo y Tecnológico*

*Carrera: Maestría de Bioeconomía*

*Asignatura: Bioeconomía de los Procesos Industriales*

*Profesor/a: María Laura Matos*

*Cuatrimestre: 1º Cuatrimestre*

*Año: 2025*

# Programa de estudio:

## Fundamentación y descripción:

La bioeconomía constituye un paradigma emergente que busca transformar la forma en que producimos, consumimos y gestionamos los recursos biomásicos, con énfasis en el uso de tecnologías avanzadas y en su utilización sostenible. Bajo esta visión, se apunta a reducir la dependencia de los combustibles fósiles y sus derivados sustituyéndolos mediante recursos biomásicos renovables. A este fin, apoyándose en el extraordinario avance científico-tecnológico, busca mitigar el impacto del cambio climático, reducir la polución ambiental y las pérdidas de biodiversidad. Asimismo, constituye un marco conceptual para repensar las formas del trabajo y las formas de gobernanza en el marco disruptivos de las nuevas tecnologías.

Un aspecto fundamental de este esquema es la importancia asigna a la valorización de los recursos de biomasa mediante el procesamiento industrial. En base a la convergencia de plataformas tecnológicas tradicionales y avanzadas, hoy es posible encarar el procesamiento integral de la biomasa no sólo para sustituir productos establecidos, sino también para generar otros nuevos. Así, si bien la bioeconomía industrial tiene ya un impacto importante en la producción de alimentos, materiales bio-basados y bioenergía, se expande crecientemente a la obtención de compuestos químicos biosimilares, biofármacos, biocosméticos y materiales constructivos mediante esquemas de procesamiento en cascada y economía circular. Las biorrefinerías y los biopolos, basados el concepto de economía de aglomeración, resultan críticos para el arraigo territorial de estos lineamientos.

Gracias su variedad de sus ecosistemas y recursos biológicos, su desarrollo agroindustrial, su industria biotecnológica y su sistema científico-tecnológico, Argentina dispone de un gran potencial para desplegar una estrategia bioindustrial. Sin embargo, esto implica superar desafíos claves, como la adopción de una política tecnológica consistente, la disponibilidad de normativos apropiadas, la promoción integrada del desarrollo social y el diseño territorial inteligente. La materia está orientada a brindar capacitación sobre los distintos sectores bioindustriales argentinos, abarcando los de producción agroalimentaria y foresto-industrial, de elaboración de biofármacos y biocosméticos, de obtención de bioenergía de biomateriales, y de compuestos químicos y biopolímeros. Elo se traduce en contenidos temáticos organizados en tres módulos principales.

En el primer módulo, se analizan los factores a considerar en la evaluación e implementación de los procesos bioindustriales, incluyendo los relativos a los contextos socio-económicos, las alternativas de mercado y la existencia de políticas promocionales a niveles regionales, nacionales e internacionales. Dada la diversidad de sectores involucrados, los aspectos específicos se abordarán de forma separada.

En el segundo módulo se describirán los procesos tecnológicos asociados al procesamiento de biomasa en distintos sectores productivos. Se considerarán especialmente los aspectos económicos vinculados a la conversión biotecnológica (fermentación, bioconversión y biodigestión) y termoquímica (cracking de biomasa, pirólisis, gasificación), en base a un análisis logístico de las entradas (insumo de materiales y energía, costos salariales, etc.) y salidas (productos, subproductos y residuos, etc.) y de los respectivos análisis de costos. Se considerará especialmente la obtención de bioproductos de alto valor agregado.

El tercer módulo, estará dirigido a analizar la situación de cinco sectores bioindustriales de gran importancia económica: alimentos e ingredientes; biofármacos y biocosméticos; enzimas y biomateriales; químicos, biopolímeros y biocompositos y biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos. El análisis se centrará en las en las tendencias tecnológicas y en su posible contribución al desarrollo nacional. Una parte de este módulo se dedicará a explorar el concepto de biorrefinería, incluyendo tipologías y escalas operativas, plataformas de conversión de biomasa, e impulsores y barreras existentes para la instalación de las mismas.

Complementando estos contenidos, se dedicarán clases específicas a examinar cuestiones vinculadas a la sostenibilidad socioambiental de la bioindustrialización. Se prestará especial atención a la evaluación del ciclo de vida de los productos biobasados, las métricas de evaluación de impacto y la implementación de esquemas de economía circular. Asimismo, se analizarán los impactos potenciales sobre el desarrollo de las economías regionales y en la creación de empleo.

## b. Objetivos:

- Familiarizarse con los diferentes sectores asociados a la bioeconomía industrial y con sus tendencias de desarrollo actuales y futuras.
- Adquirir conocimientos generales sobre la utilización y valorización de los subproductos agroindustriales.
- Incorporar conceptos básicos de normativa, regulatoria e impacto económico de estos procesos dependiendo del sector industrial de aplicación.
- Compenetrarse con los aspectos de sostenibilidad socioambiental relacionados con la bioeconomía industrial.
- Interiorizarse sobre las políticas promocionales de la bioeconomía industrial a nivel nacional e internacional.

## c. Contenidos:

**Clase 1.** Nuevas materias primas. Bioplásticos, biotextiles, bio-empaques. Materiales para construcción. Agroindustria. Inoculantes, biocontroladores y biofertilizantes. Bioenergía. Compuestos químicos. Biopolímeros. Biomateriales. Alimentación. Salud e higiene. Biomateriales implantables. Cosméticos. Utilización de subproductos.
María Laura Matos, Biotecnología INTI

**Clase 2.** Análisis de costos de insumos y procesos. Factores generales para encarar un proceso económico. Entradas (materias primas y otros recursos). Salidas (productos, subproductos y residuos). Energía (consumos energéticos). Logística de entradas y salidas. Recursos humanos (empleo, formación, higiene y seguridad). Factores regulatorios.

**Clase 3:** Desarrollos científico-técnicos. Valorización de subproductos. Redes de valor y modelos de negocio en bioeconomía. Regionalización y empleo. Nuevas escalas.

**Clase 4:** Plataformas y programas para la promoción de la bioeconomía industrial en la Unión Europea y en Latinoamérica.

**Clase 5.** *Cracking* de Biomasa. Procesos directos. Fermentación, bioconversión y bio-digestión. Fermentación de precisión. Biogás y producción de energía eléctrica. Procesos de agregado de valor: colorantes, saborizantes, prebióticos y probióticos. Biofármacos y biocosméticos.
María Laura Matos, Biotecnología INTI

**Clase 6:** Aceites y harinas. Aditivos y complementos alimentarios. Alimentos funcionales y alimentos sintéticos. Ingredientes. Nuevas fuentes de proteínas (vegetales, levaduras y hongos, cultivos celulares). Mercados y costos de producción. Normativas alimentarias.
Mariana Sánchez, Desarrollo de Alimentos INTI

**Clase 7:** Biofármacos y biosimilares. Vacunas, antibióticos y proteínas terapéuticas recombinantes. Diagnóstico. Fermentaciones industriales**.** Cultivo de Bacterias, levaduras y hongos. Enzimas nativas y recombinantes. Grado de purificación y escala. Bioinsumos para control biológico, inoculantes y biofertilizantes. Liberación de microrganismos al ambiente. Impactos y normativas regulatorias.
Marcos Ortega, Biotecnología INTI

**Clase 8.** Biocosméticos: Ingredientes naturales y bioactivos. Ácidos grasos esenciales, minerales y antioxidantes. Biomateriales. Micelios fúngicos. Subproductos formulados. Ensayo y desempeño de bioproductos.
Laura Toyé, Biotecnología INTI

**Clase 9:**
Productos químicos de plataforma, Solventes, polímeros para plásticos. Pinturas, revestimientos, tintas y tintes. Surfactantes, adhesivos, lubricantes, plastificantes. Estabilizadores para caucho y plásticos. Fibras artificiales. Biopolímeros. Fibras y rellenos naturales. Biocompositos**.**
Alejandro Bacigalupe, Materiales Avanzados-INTI

**Clase 10:** Concepto de densificación. Procesos de densificación. Impacto en el transporte y almacenamiento de biomasa. Desafíos logísticos en el transporte de biomasa. Evaluación de costos y beneficios del transporte densificado. Fundamentos de la combustión de biomasa.

Tecnologías y equipos para la combustión eficiente. Emisiones y control de contaminantes en la combustión de biomasa.
Martín Rearte, Energías Renovables NOA-INTI

**Clase 11.** Los biocombustibles en la matriz energética global. Producción de biodiésel y bioetanol. Transesterificación y fermentación. Aplicaciones en la industria. Biocombustibles sólidos: pellets, briquetas, y chips. Producción y características técnicas.
Martín Rearte, Energías Renovables NOA- INTI

**Clase 12.** Rendimiento energético y control de calidad. Marco normativo e industrialización. Tecnologías y sistemas para la producción de biogás. Beneficios ambientales. Tecnología de gasificación de biomasa. Gasificadores industriales.
Martín Rearte, Energías Renovables NOA- INTI

**Clase 13.** Concepto de biorrefinería. Definición y principios fundamentales. Rol de las biorrefinerías en la economía circular y en la sostenibilidad. Tipología de biorrefinerías.
Martín Rearte, Energías Renovables NOA- INTI

**Clase 14.** Biorrefinerías de primera y segunda generación. Biorrefinerías piloto, demostrativas e integradas. Biorrefinerías de pequeña escala. Densificación, transporte y combustión de biomasa. Ejemplos de proyectos y su importancia en el desarrollo de nuevas tecnologías
Martín Rearte, Energías Renovables NOA- INTI

**Clase 15.**
Consumo y la producción sostenible. Economía circular y la sostenibilidad. Evolución de un sistema económico lineal a uno circular. Legislación y financiamiento. Estrategia e implementación de la Economía Circular y métricas para evaluación de impacto.
Noelia Ortiz, Consultora

**Clase 16.** Evaluaciones de ciclo de vida de productos bio-basados Etapas. Impactos. Sostenibilidad. ISO 14040.
Noelia Ortiz, Consultora

## d. Bibliografía:

**Obligatoria:**


- Bisang, R. y Felici, S. Aportes para un país diferente: La bioeconomía como modelo, la agrobioindustria como motor de desarrollo. Documentos de trabajo del IIEP, 87:4-46, 2024. En:

https://tristanyasociados.com/wp-content/uploads/2023/07/Version-Final-Completa-con-Anexos.pdf

- Shahzad, H.M.A. *et al.* Thermochemical and biochemical conversion of agricultural waste for bioenergy production: an updated review. *Discover Environment, 2*:134, 2024. https://doi.org/10.1007/s44274-024-00171-w
- Kumar, A. *et al*. Biotechnological transformation of lignocellulosic biomass into industrial products: an overview. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 7:149-168, 2016. En: https://www.scirp.org/pdf/ABB_2016031814350190.pdf
- Trigo, E. *et al*. The Bioeconomy and Food Systems Transformation. Sustainability 2023, 15:6101, 2023. En: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK599635/
- Morone, P. *et al*. Inter-connected challenges: an overview of bioeconomy in Europe. Environmental Research Letters 17:114031, 2022. En: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac9dac/pdf
- EU Biorefinery Outlook to 20230. European Commission, 2022. En: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7223cd2e-bf5b-11eb-a925-01aa75ed71a1/language-en
- Productos bioterapéuticos similares. Consideraciones científicas y regulatorias. International Federation of Pharmaceutical Manufacturers and Associations (IFPMA), 2021. En: https://www.ifpma.org/wp-content/uploads/2023/01/i2023_IFPMA_BiosimilarSpanishWEB.pdf
- Machado, M. *et al*. Byproducts as a sustainable source of cosmetic ingredients. Applied Sciences, 14:10241, 2024. En: https://doi.org/10.3390/app142210241
- Phiri, R. *et al*. Development of sustainable biopolymer-based composites for lightweight applications from agricultural waste biomass: A review. Advanced Industrial and Engineering Polymer Research,6:436-450, 2023. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542504823000337
- Actualización del balance de biomasa con fines energéticos en la Argentina.Proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa. FAO, 2020. En: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/115b7004-4720-4a12-86b7-b46fecdb08fa/content
- Wierny, M. *et al*. Medición de la bioeconomía cuantificación del caso argentino. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 2015. https://www.bolsadecereales.com/bioeconomia
- Biorrefinerías: bioenergía, polímeros y compuestos químicos. Documento de trabajo. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2011. En: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/biorrefinerias-doc.pdf
- Anindita, P. *et al*. A Comprehensive Evaluation of the Various Routes of Biochemical Conversion of Pelletized Biomass. Sustainable Chemistry Series. Densification Impact on Raw, Chemically and Thermally Pretreated Biomass, pp. 291-316 (2023). En: https://www.worldscientific.com/doi/pdf/10.1142/9781800613799_0001

- Tumuluru, J.S. An Overview of Preprocessing and Pretreatment Technologies for Biomass. Sustainable Chemistry Series. Densification Impact on Raw, Chemically and Thermally Pretreated Biomass, pp. 1-14, 2023. En: https://www.worldscientific.com/doi/epdf/10.1142/9781800613799_0001
- Consumo y producción sostenibles: una visión para todos. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2015. En: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/
- Estrategia Nacional de Consumo y Producción Sostenibles. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021. En: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/estrategia_nacional_de_consumo_y_produccion_sostenibles.pdf


- **Complementaria:**


- O'Farrell, J., *et al*. El rol de la bioeconomía en el desarrollo productivo regional (2023). En: https://fund.ar/wp-content/uploads/2023/11/Fundar_El-rol-de-la-bioeconomia-en-el-desarrollo-productivo-regional_CC-BY-NC-ND-4.0-1.pdf
- Bijon, *N. et al*., A Sustainable Bioeconomy through Industrial Symbiosis: Current Situation and Perspectives. Sustainability, 14:1605, 2022. En: https://www.mdpi.com/2071-1050/14/3/1605
- Giri, B. *et al.* (Eds.) Biofertilizers for sustainable agriculture and environment. Soil Biology, 2019). En: https://content.e-bookshelf.de/media/reading/L-12488753-f4ee43460e.pdf
- Wozniak, C.A. *et al*. Regulation of genetically engineered microorganisms under FIFRA, FFDCA and TSCA. Regulation of agricultural biotechnology: the United States and Canada, 57-94, 2012. En: https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-09/documents/ch4-wozniak-etal-fifra-ffdca-tsca-112012_0.pdf
- Directiva 2001/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de marzo de 2001 sobre la liberación intencional en el medio ambiente de organismos modificados genéticamente y por la que se deroga la Directiva 90/220/CEE del Consejo. Unión Europea, 2001. En: https://www.boe.es/doue/2001/106/L00001-00039.pdf
- Biosafety and the Environmental Uses of Micro-Organisms: Conference Proceedings, OECD, 2015. En: http://dx.doi.org/10.1787/9789264213562-en.
- Lagler, J.C. Bioinsumos: distintas percepciones haciendo foco en la fertilización biológica. Agronomía y Ambiente, 37: 73-89, 2017. En: http://ri.agro.uba.ar/files/download/articulo/2017laglerjc.pdf
- Mamani de Marchese, A. y Filippone, M.P. Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. Revista Agronómica del Noroeste Argentino, 38:9-21, 2018. En:

https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-369X2018000100001&lng=es&nrm=iso

- Bisang, R. Apertura económica, innovación y estructura productiva: La aplicación de biotecnología en la producción agrícola pampeana argentina. IDEL, Universidad Nacional de Gral. Sarmiento Desarrollo Económico, 43:413-442, 2003. En: https://www.jstor.org/stable/3455892
- Briceño, N. *et al*. Bioproductos desarrollados a partir de micelio de hongos: Una nueva cultura material y su impacto en la transición hacia una economía sostenible. Bionatura, doi. 10.21931/RB/2021.06.01.29, 2021. En: https://revistabionatura.com/files/2021.06.01.29.pdf
- Phiri, R. *et al*. Development of sustainable biopolymer-based composites for lightweight applications from agricultural waste biomass: A review. Advanced Industrial and Engineering Polymer Research, 6:436-450, 2023. En: https://doi.org/10.1016/j.aiepr.2023.04.004.. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542504823000337.
- Shahzad, H. *et al.* Thermochemical and biochemical conversion of agricultural waste for bioenergy production: an updated review. Discover Environment, 2:134-151, 2024. En: https://doi.org/10.1007/s44274-024-00171-w
- Ana Rotter, *et al*. Marine cosmetics and the blue bioeconomy: From sourcing to success stories. iScience, 27:11339, 2024. En: https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.111339. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589004224025641.
- Herrera Restrepo, J.A y Vélez, J.A. Caracterización y aprovechamiento del aceite residual de frituras para la obtención de un combustible (biodiesel). Universidad Tecnológica de Pereira, 2008. En: https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/6556732e-9153-49d3-9a5b-5cc3a8b9e4cd/content
- Modelo de negocio de aprovechamiento energético de biogás en tambos. Colección Informes Técnicos N° 13, FAO, 2020. En: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/9d25601b-6f2b-40b5-9d49-a22e85a78d5b/content
- Hilbert, J.A. y Caratori, L. Potencial integral nacional y provincial de biogás y su relación con las NDC de Argentina y los ODS. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Fundación Torcuato Di Tella, 2022. En: https://www.researchgate.net/publication/361738535_Potencial_integral_nacional_y_provincial_de_biogas_y_su_relacion_con_las_NDC_de_Argentina_y_los_ODS
- Soner Celiktas, M. *et al*. Biorefinery: Concepts, Current Status, and Development Trends, 2012. En: https://www.researchgate.net/publication/331166360_Biorefinery_concept_Current_status_and_future_prospects

- Energías Renovables, Secretaría de Energía. Ministerio de Economía, 2008. En: https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/energia-electrica/renovables Rearte, M. Introducción a la gasificación de biomasa en sistemas *downdraft*, Valorización de recursos biomásicos, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, 2019. En: https://es.scribd.com/document/410315061/INTI-Introduccion-a-la-gasificacion-de-biomasa-en-sistemas-downdraft-Modulo-I-pdf
-
- Bocchetto, R. *et al*. Bioeconomía del norte argentino: situación actual, potencialidades y futuros posibles, MINCyT- INTA-INTI-UNNE-UNSa-UNSE, 2021. En: file:///C:/Users/ANM/Downloads/Bioeconomia_del_Norte_Argentino_situacio.pdf
- Economía circular en América Latina y El Caribe. Oportunidad para una recuperación transformadora. CEPAL, 2021. En: https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/5fceda72-3fed-4ace-bb87-5688547cf2f5/content
- Pooya Azadi, *et al*. The evolution of the biofuel science. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 76:1479-1484, 2017. En: https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.181.
- Nuevo Plan de Acción para la Economía Circular: Por una Europa más limpia y competitiva. Unión Europea, 2020. En: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_20_420
- Estrategias de implementación y medición de la economía circular. Red Española de Economía Circular, 2020. En: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/estrategia.html
- Arena, A.P. *et al*. Manual de implementación de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida en la construcción. Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020. En: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_de_implementacion_de_la_metodologia_de_analisis_de_ciclo_de_vida.pdf
- Gnansounou, E. *et al*. Life cycle assessment of biofuels: Energy and greenhouse gas balances. Bioresource technology, 2009. En: https://www.researchgate.net/publication/26317505_Life_cycle_assessment_of_biofuels_Energy_and_greenhouse_gas_balances


## e. Organización del dictado de la materia, estrategias de enseñanza a implementar y herramientas didácticas a aplicar en cada bloque:

La materia está organizada de acuerdo a las temáticas planteadas.
Contará con una clase introductoria que plantea describir brevemente los disantos enfoque industriales de la bioeconomía, un segmento dedicado al enforque económico de estos procesos desde un punto de vista micro (modelo de negocios, escalas, mercados) y macro

(factores impulsores y restrictivos, política, regulación) y un bloque en que se desarrollarán las visiones bioeconómicas sobre distintas áreas de impacto. Estas etapas contarán con:

- **Clases Magistrales Interactivas:** Cada profesor invitado desarrollará una presentación con un enfoque teórico-práctico, promoviendo la participación activa de los estudiantes.
- **Análisis de Casos:** Se presentarán y discutirán ejemplos de industrias de aplicación Bioeconómica.
- **Debates y Mesas Redondas:** Se organizarán espacios de debate en los que los estudiantes podrán contrastar diferentes enfoques y perspectivas sobre los desafíos del sector.
- **Interacción con el Sector:** Se invitará a profesionales y actores clave del sector para compartir experiencias y perspectivas en diálogos abiertos con los estudiantes.

**Herramientas Didácticas Aplicadas**

- Análisis de datos y revisión de literatura científica relevante.
- Discusión guiada con referentes sobre las distintas temáticas abordadas
- Análisis de tendencias y desafíos para la producción nacional.
- Intercambio con actores del sector.

Cada clase contará con materiales de lectura previa y recursos digitales complementarios para reforzar los contenidos. Además, se dispondrá de una plataforma virtual para facilitar el acceso a documentos, foros de discusión y actividades interactivas.

Este enfoque permitirá a los estudiantes comprender las complejidades y oportunidades que ofrece la bioeconomía para el desarrollo local, regional y nacional desde una perspectiva integral, combinando teoría, experiencia práctica y análisis crítico del contexto sectorial.

## f. Modalidad de la evaluación:

Para su aprobación se requerirá de al menos un 75% de asistencia. A lo largo de la cursada se desarrollará un trabajo práctico integrador en el que se buscará que el alumno incorpore de forma activa los conocimientos desarrollados en la materia mediante el estudio y la evaluación de problemáticas locales propias.

La calificación se otorgará en base a la participación activa del estudiante en la elaboración y defensa de estos trabajos. Las calificaciones se expresarán de acuerdo con la escala numérica y conceptual establecida en la reglamentación vigente. La evaluación final será individual en base al promedio simple de las calificaciones obtenidas durante el desarrollo del trabajo práctico y la participación activa del estudiante durante la cursada.