

**Aspectos generales**

<b>Título:</b>	Tópico: Biorrefinerías de Segunda y Tercera Generación: Tecnologías Sostenibles para la Valorización de Biomasa
<b>Semestre:</b>	2026-1
<b>Sede:</b>	Instituto de Biotecnología
<b>Horario:</b>	Martes 9 -13 h
<b>No. sesiones:</b>	16
<b>Duración de la sesión:</b>	4.00
<b>Cupo total:</b>	20
<b>Observaciones:</b>	El tópico Biorrefinerías de Segunda y Tercera Generación: Tecnologías Sostenibles para la Valorización de Biomasa, tiene como objetivo principal proporcionar a los participantes un conocimiento profundo sobre las tecnologías utilizadas en biorrefinerías de segunda y tercera generación, enfocándose en la conversión eficiente de biomasa residual y microalgas en bioproductos y biocombustibles, evaluando su viabilidad técnica y económica, y promoviendo la integración de prácticas sostenibles y la economía circular en estos procesos.

**Tutor responsable**

<b>Nombre:</b>	ALFREDO MARTÍNEZ JIMÉNEZ
<b>Entidad:</b>	Instituto de Biotecnología
<b>Email:</b>	<a href="mailto:alfredo.martinez@ibt.unam.mx">alfredo.martinez@ibt.unam.mx</a>
<b>Teléfono:</b>	5556 22 76 00

**Métodos de evaluación**

MÉTODO	CANTIDAD	PORCENTAJE
Participación en clase	1	50%
Presentación de un proyecto	1	50%

**Integrantes**

INTEGRANTE	ROL	HORAS	ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA
ALFREDO MARTÍNEZ JIMÉNEZ	Responsable	4.00	
ESTEFANÍA SIERRA IBARRA	Coordinador tutor	4.00	
MARIANA MANZONI MARONEZE	Coordinador tutor	4.00	
ELISEO RONAY MOLINA VÁZQUEZ	Coordinador estudiante (Registrado)	20.00	No
DANIELA MORALES SÁNCHEZ	Profesor invitado (MDCBQ)	4.00	
ALBERTO REIS	Profesor invitado (Externo)	4.00	
CARLOS ALBERTO MONTENEGRO HERRERA	Profesor invitado (Externo)	4.00	
CARLOS ARIEL CARDONA ALZATE	Profesor invitado (Externo)	4.00	
EULOGIO CASTRO GALIANO	Profesor invitado (Externo)	4.00	
FRANCISCO GABRIEL ACIEN FERNÁNDEZ	Profesor invitado (Externo)	4.00	
JUAN CARLOS SIGALA ALANÍS	Profesor invitado (Externo)	4.00	
MARIANE BITTENCOURT FAGUNDES	Profesor invitado (Externo)	4.00	
		<b>64/64</b>	

**Introducción**
**Introducción**

El desarrollo de biorrefinerías de segunda y tercera generación representa una estrategia clave para la transición hacia una bioeconomía sostenible. Estas biorrefinerías permiten la conversión eficiente de biomasa residual y microalgas en una amplia gama de bioproductos, incluyendo biocombustibles, biopolímeros, bioquímicos y otros compuestos de alto valor añadido. A diferencia de las biorrefinerías de primera generación, que dependen de cultivos alimentarios como materia prima, las de segunda y

tercera generación emplean fuentes renovables que minimizan la competencia con la producción de alimentos y reducen el impacto ambiental.

Este curso ofrece una visión integral de los procesos tecnológicos utilizados en biorrefinerías de segunda y tercera generación, abordando desde la selección de materias primas hasta la evaluación de la viabilidad técnica y económica de los productos generados. A lo largo de sus 16 sesiones, se explorarán las innovaciones en la conversión de biomasa y microalgas, así como las estrategias para optimizar la sostenibilidad y rentabilidad de estas tecnologías emergentes.

#### Justificación

Las biorrefinerías representan una estrategia innovadora para la producción sostenible de bioproductos, bioenergía y biomateriales. Mientras que las biorrefinerías de segunda generación aprovechan biomasa lignocelulósica y residuos orgánicos, las de tercera generación se centran en los procesos basados en microalgas. Este curso proporcionará una visión integral de los procesos biotecnológicos aplicados en biorrefinerías, que abarcan la conversión de biomasa para la obtención de biocombustibles, biopolímeros y compuestos de valor añadido. Igualmente, se abordará de manera general aspectos de economía circular y la sostenibilidad.

#### Objetivos

1. Comprender los principios de las biorrefinerías de segunda y tercera generación
2. Explorar las tecnologías utilizadas para la conversión de biomasa en biocombustibles, biopolímeros y bioquímicos.
3. Discutir las aplicaciones industriales de los productos generados en biorrefinerías de segunda y tercera generación
4. Evaluar el impacto técnico-económico de los bioprocesos y discutir retos y tendencias en la implementación de biorrefinerías

#### Temario

##### 1. Fundamentos de biorrefinerías

Se analizarán los principios básicos de las biorrefinerías, con énfasis en las de segunda y tercera generación. Se abordarán las características estructurales de la biomasa lignocelulósica y microalgal y su importancia como materia prima; así como el diseño, operación e integración de procesos para la producción sostenible de bioproductos y bioenergía. [12/08]

Dr. Alfredo Martínez Jiménez (IBt-UNAM), Dra. Mariana Manzoni Maroneze (IBt-UNAM), Dra. Estefanía Sierra Ibarra (IBt-UNAM), M.en C. Eliseo Ronay Molina Vázquez (IBt-UNAM)

##### 2. Biomasa lignocelulósica como materia prima

Se discutirán elementos clave de los residuos lignocelulósicos incluyendo las principales fuentes de obtención, criterios para la elección de un tipo de biomasa específico y las características fisicoquímicas que influyen en su conversión. [19/08]

Dr. Eulogio Castro Galiano (universidad de Jaen, España)

##### 3. Pretratamiento de la biomasa lignocelulósica

Se abordarán los aspectos principales de los diferentes pretratamientos físicos, químicos y biológicos que se aplican a la biomasa lignocelulósica para liberar sus componentes, las ventajas y desventajas de cada uno, su alcance y limitaciones. [26/08]

Dra. Estefanía Sierra Ibarra (IBt-UNAM), Dr. Alfredo Martínez Jiménez

##### 4. Sacarificación enzimática de biomasa pretratada.

Se estudiarán las diferentes enzimas involucradas en la sacarificación de la biomasa pretratada, tanto lignocelulósica como microalgal, sus características y condiciones catalíticas, así como los retos que suponen para el proceso y las estrategias implementadas para hacer su uso más eficiente. [02/09]

M. en C. Eliseo Ronay Molina Vázquez (IBt-UNAM)

##### 5. Detoxificación de hidrolizados lignocelulósicos

Se examinarán los principales compuestos tóxicos generados durante el pretratamiento del material lignocelulósico, las estrategias de eliminación de estos compuestos, el impacto de la implementación de dichas metodologías, así como las tendencias y desafíos de este paso extra en el proceso. [09/09]

Dr. Juan Carlos Sigala Alanís (UAM, México)

##### 6. Producción de biocombustibles de segunda generación

Se describirán los diferentes biocombustibles de segunda generación incluyendo bioetanol, biodiesel, biogás, biohidrógeno y bioturbosina, los procesos de producción de cada uno, el impacto ambiental y sostenibilidad de su uso y los avances tecnológicos que se han llevado a cabo para su implementación. [23/09]

Dra. Estefanía Sierra Ibarra (IBt-UNAM), M. en C. Eliseo Ronay Molina Vázquez (IBt-UNAM)

##### 7. Producción de bioplásticos de segunda generación

Se abordará el tema de qué son los bioplásticos, clasificación, procesos de producción, diferencia y ventaja respecto a los derivados del petróleo, propiedades y aplicaciones, así como la sostenibilidad e impacto ambiental de su uso. [30/09]

M. en C. Eliseo Ronay Molina Vázquez (Ibt-UNAM)

#### **8. Ingeniería metabólica y producción de metabolitos de alto valor agregado de segunda generación**

Se analizarán los microorganismos y las estrategias implementadas de ingeniería metabólica para la generación de productos de alto valor agregado que pueden obtenerse a partir de material lignocelulósico como fenoles, compuestos bioactivos y bioquímicos especializados, los procesos de producción y purificación y la viabilidad de su aplicación en la industria. [07/10]

Dr. Alfredo Martínez Jiménez (IBt-UNAM), M. en C. Eliseo Ronay Molina Vázquez (IBt-UNAM)

#### **9. Bioprospección y Selección de Cepas Microalgales para Biorrefinerías**

Se explorarán la diversidad microalgal con potencial biotecnológico, criterios para la selección de cepas, estrategias de aislamiento, caracterización y conservación para su aplicación en biorrefinerías. [14/10]

Dr. Carlos Alberto Montenegro Herrera (Colombia)

#### **10. Estrategias de Cultivo y Producción de Biomasa Microalgal**

Se abordarán los modos de cultivo de microalgas, el diseño y operación de sistemas de producción, los factores ambientales que afectan el crecimiento y las estrategias de escalamiento. [21/10]

Dra. Mariana Manzoni Maroneze (IBt-UNAM), Dr. Alfredo Martínez Jiménez

#### **11. Tratamiento de Aguas Residuales y Reúso de Agua con Microalgas**

Se analizará el uso de microalgas en la remediación de efluentes industriales y urbanos, su capacidad para la eliminación de contaminantes y su integración con biorrefinerías para el aprovechamiento de recursos. [28/10]

Dra. Mariana Manzoni Maroneze (IBt-UNAM)

#### **12. Producción de Biocombustibles a partir de Microalgas**

Se discutirán las rutas de conversión de biomasa microalgal en biocombustibles, incluyendo la obtención de biodiésel, bioetanol, biogás y biocrudo, así como los desafíos tecnológicos y su comparación con otras fuentes de energía renovable. [04/11]

Dr. Alberto Reis (LNEG, Portugal).

#### **13. Producción de Compuestos de Alto Valor Agregado a partir de Microalgas**

Se describirá la producción de pigmentos, ácidos grasos esenciales, esteroides, proteínas, biopolímeros y nuevos compuestos bioactivos de microalgas, así como los métodos de extracción, purificación y sus aplicaciones en diversas industrias. [11/11]

Dra. Mariane Bittencourt Fagundes (CIIMAR, Portugal)

#### **14. Bioplaguicidas y bioestimulantes a partir de microalgas para una agricultura sostenible**

Se examinará el potencial de las microalgas en la formulación de bioplaguicidas y bioestimulantes, abordando su mecanismo de acción, beneficios para los cultivos y su papel en la reducción del uso de agroquímicos convencionales. [18/11]

Dr. Francisco Gabriel Acien Fernández (UAL, España)

#### **15. Manipulación genética en microalgas**

Se analizarán las herramientas moleculares actualmente disponibles para la manipulación genética de microalgas. Se discutirán las principales limitantes inherentes a la ingeniería genética de microalgas. [25/11]

Dra. Daniela Morales Sánchez (IBt-UNAM)

#### **16. Bioeconomía y Economía Circular en Biorrefinerías de Segunda y Tercera Generación**

Se abordarán estrategias de bioeconomía y economía circular para optimizar recursos y reducir residuos en biorrefinerías de segunda y tercera generación, junto con métodos de análisis de viabilidad tecno-económica para evaluar su sostenibilidad. [02/12]

Dr. Carlos Ariel Cardona Alzate (Universidad Nacional de Colombia, Colombia)

## Bibliografía

1. Hingsamer, M., & Jungmeier, G. (2019). Biorefineries. In *The role of bioenergy in the bioeconomy*. Academic Press.
2. Culaba, A. B., Mayol, A. P., San Juan, J. L. G., Ubando, A. T., Bandala, A. A., Concepcion II, R. S., & Chang, J. S. (2023). Design of biorefineries towards carbon neutrality: A critical review. *Bioresource technology*.
3. Usmani, Z., Sharma, M., Awasthi, A. K., Lukk, T., Tuohy, M. G., Gong, L., & Gupta, V. K. (2021). Lignocellulosic biorefineries: the current state of challenges and strategies for efficient commercialization. *Renewable and sustainable energy reviews*.
4. Kumar, B., & Verma, P. (2021). Biomass-based biorefineries: an important archetype towards a circular economy. *Fuel*.
5. Singh, N., Singhania, R. R., Nigam, P. S., Dong, C. D., Patel, A. K., & Puri, M. (2022). Global status of lignocellulosic biorefinery: Challenges and perspectives. *Bioresource Technology*.
6. KN, Y., TM, M. U., S, K., Sachdeva, S., Thakur, S., & S, A. K. (2023). Lignocellulosic biorefinery technologies: a perception into recent advances in biomass fractionation, biorefineries, economic hurdles and market outlook. *Fermentation*.
7. Ashokkumar, V., Venkatkarthick, R., Jayashree, S., Chuetor, S., Dharmaraj, S., Kumar, G., & Ngamcharussrivichai, C. (2022). Recent advances in lignocellulosic biomass for biofuels and value-added bioproducts-A critical review. *Bioresource technology*.
8. Jacob-Lopes, E., Maroneze, M. M., Queiroz, M. I., & Zepka, L. Q. (Eds.). (2020). Handbook of microalgae-based processes and products: fundamentals and advances in energy, food, feed, fertilizer, and bioactive compounds. Academic Press.
9. Richmond, A., & Hu, Q. (2013). *Handbook of microalgal culture: applied phyecology and biotechnology* (Second edition). John Wiley & Sons.
10. Gonzalez-Fernandez, C., & Muñoz, R. (2017). *Microalgae-based biofuels and bioproducts: from feedstock cultivation to end-products*. Woodhead Publishing.
11. Posten, C., & Feng Chen, S. (2016). *Microalgae biotechnology*. Springer.
12. Maroneze, M. M., Herrera, C. A. M., & Jiménez, A. M. (2021). Perspectivas sobre los sistemas de cultivo de microalgas: una revisión crítica. *Revista BioTecnología*, 25, No. 5, 11-34.
13. Alam, A., Xu, J., & Wang, Z. (2020). *Microalgae Biotechnology for Food, Health and High Value Products*. Springer.
14. Pérez-Gálvez, A., Viera, I., & Roca, M. (2020). Carotenoids and chlorophylls as antioxidants. *Antioxidants*, 9(6), 505.
15. Bux, F., & Chisti, Y. (2016). *Algae biotechnology: products and processes*. Springer.
16. Tripathi, B. N., & Kumar, D. (2017). *Prospects and challenges in algal biotechnology*. Springer.
17. Chojnacka, K., Wiczorek, P. P., Schroeder, G., & Michalak, I. (2018). *Algae biomass: characteristics and applications: towards algae-based products*. Springer.
18. Borowitzka, M. A., Beardall, J., & Raven, J. A. (2016). *The physiology of microalgae*. Springer.