

## PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

El curso se imparte en horarios de común acuerdo con el grupo inscrito, lo cual puede realizarse por consenso al correo [alcastro@unam.mx](mailto:alcastro@unam.mx). El curso se otorga para cualquier alumno inscrito y oyentes estudiando el grado de Maestría o Doctorado de cualquier disciplina sin ninguna restricción. Las clases teóricas inician desde lo más básico y conforme va avanzando el curso, se va aprendiendo lo más complicado de la asignatura; por ello, es primordial la asistencia al curso y la participación del alumno en clase. Como apoyo de la bibliografía, se tienen 3 libros que se encuentran en venta en la Facultad de Ingeniería y que son la base para el seguimiento en clase. Esta asignatura es teórica-práctica, pues comprende 5 prácticas en el Laboratorio de Producción y Utilización de Biocombustibles (LAEL), asimismo, de prácticas de campo y del acercamiento del alumno a un proceso industrial de la producción y utilización de un biocombustible. Al final del curso, el alumno presentará un proyecto final planteado por él mismo, resolviendo una problemática real, donde aplicará los conocimientos de la producción y utilización del biocombustible y conocerá la factibilidad técnica, económica y ambiental del proyecto. De la misma forma, existe la probabilidad de que el alumno presente sus resultados a las autoridades pertinentes para escuchar los resultados de su proyecto, siempre y cuando el proyecto resultara factible.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Dra. Alejandra Castro González

Laboratorio de Producción y Utilización de Biocombustibles (LAEL)

Departamento de Sistemas Energéticos

División de Ingeniería Eléctrica

Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria

Universidad Nacional Autónoma de México

Teléfono oficina (01 55) 5622-3899 extensión 44190

Teléfono laboratorio (01 55) 5622-8060

[alcastro@unam.mx](mailto:alcastro@unam.mx)

<http://www.ingenieria.unam.mx/energiaresidual/>

<http://www.fi-b.unam.mx/SistemasEnergeticos.aspx>



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO

**PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES**

**62496**

**A partir del 2°**

**6**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**Energía**

Plan de Estudios: Maestría:

Doctorado:

Campo

**Asignatura:**

**Horas:**

**Total (horas):**

Optativa	<input checked="" type="checkbox"/>
Obligatoria	<input type="checkbox"/>
Obligatoria de elección	<input type="checkbox"/>
Optativa de elección	<input checked="" type="checkbox"/>

Teóricas	36
Prácticas	30

Semana	3
Semestre	66

**Tipo:**

Teórica	<input type="checkbox"/>
Práctica	<input type="checkbox"/>
Teórica Práctica	<input checked="" type="checkbox"/>

**Modalidad:**

Atención Directa	<input type="checkbox"/>
Curso	<input checked="" type="checkbox"/>
Curso Avanzado	<input type="checkbox"/>
Curso Básico	<input type="checkbox"/>
Curso Introductorio	<input type="checkbox"/>

Curso Complementario	<input type="checkbox"/>
Práctica Clínica o Comunitaria	<input type="checkbox"/>
Seminario	<input type="checkbox"/>
Taller	<input type="checkbox"/>
Trab. Laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>

**Seriación:**

Obligatoria

Indicativa

Sin Seriación

Actividad académica con seriación subsecuente:

Actividad académica con seriación antecedente:

---

Objetivo general del Curso:

El alumno aprenderá los conceptos básicos para planear e instalar modelos bioenergéticos para la conversión de contaminantes, desechos y materia prima renovable en energía térmica, eléctrica y mecánica.

---

Objetivos específicos del Curso:

El alumno aprenderá los conceptos básicos para la conversión de contaminantes, desechos y materia prima renovable en energía térmica, eléctrica y mecánica. Se hace énfasis en el manejo apropiado de los biocombustibles, métodos de producción e impactos sociales, ambientales y económicos de los biocombustibles. El alumno reconocerá el potencial de la biomasa para la producción de biocombustibles así como sus cambios. Conocerá el futuro de los combustibles en el transporte. Conocerá las etapas básicas en la conversión de la cadena de la biomasa hasta el uso de los biocombustibles. Evaluar las diferentes consideraciones para la producción de biocombustibles a partir de biomasa. Examinar el pasado y futuro de los biocombustibles en el mundo.

---

## Temario

UNIDAD NÚM.	NOMBRE	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1	<b>Generación de bioenergía</b> <b>Objetivo:</b> La energía producida en los sistemas bioenergéticos puede ser utilizada en un amplio campo de aplicación en el sector energético del país. Los distintos tipos de procesos de sistemas bioenergéticos serán abordados en este tema. <b>Contenido temático:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Problemática energética (demanda mundial de energía usando combustibles)</li><li>• Tipos de biomasa</li><li>• Disponibilidad de la biomasa y evaluación del potencial energético</li><li>• Pretratamiento de la biomasa</li><li>• Modelos de concentración y utilización de biomasa</li><li>• Fuentes bioenergéticas sólidas, líquidas y gaseosas</li><li>• Usos de las fuentes como energía calorífica, eléctrica y mecánica</li><li>• Aplicaciones en zona rurales, urbanas e industriales (generación centralizada)</li><li>• Emisiones y subproductos</li><li>• Viabilidad económica y sustentabilidad</li></ul>	3	

2	<p><b>Eficiencias de modelos de bioenergía versus tradicionales</b></p> <p><b>Objetivo:</b> En este apartado se verá el mecanismo de planeación de proyecto general de bioenergía y su comparativo con los modelos tradicionales. Realizar un análisis crítico de las mitigaciones del calentamiento global debido al uso de biocombustibles.</p> <p><b>Contenido temático:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencias energéticas</li> <li>• Cálculos energéticos reales y teóricos</li> <li>• Recuperación de inversión</li> <li>• Efectos sobre el ambiente e índices de contaminación en suelo, agua y aire</li> <li>• Ciclo de vida</li> <li>• Seguridad alimentaria</li> <li>• Mercado nacional e internacional</li> </ul>	3	
3	<p><b>Sistemas anaerobios</b></p> <p><b>Objetivo:</b> Las primeras instalaciones de digestión experimentaron varias dificultades técnicas. Hoy en día, se considera que es una técnica probada y comercialmente atractiva para producir energía renovable. En este apartado se verán a fondo las consideraciones necesarias para su diseño, construcción, arranque y operación para generación de energía térmica y eléctrica.</p> <p><b>Contenido temático:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes de los sistemas anaerobios</li> <li>• Planeación de un proyecto de digestión</li> <li>• Construcción y arranque de sistemas anaerobios</li> <li>• Operación y mantenimiento</li> <li>• Estudios económicos, técnicos, ambientales y políticos</li> <li>• Aplicaciones rurales, urbanas, industriales y pecuarias</li> <li>• Rellenos sanitarios</li> </ul>	3	3
4	<p><b>Biocombustibles líquidos</b></p> <p><b>Objetivo:</b> En este apartado se verá los mecanismos de proyecto general y el enfoque a fondo de la operación y la técnica sobre biocombustibles líquidos.</p> <p><b>Contenido temático:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformación para su uso en transportación</li> <li>• Procesos para producir biocombustibles líquidos</li> <li>• Costos y factibilidad técnica</li> <li>• Desarrollo del mercado en biocombustibles líquidos</li> <li>• Aplicaciones móviles</li> <li>• Aplicaciones estacionarias</li> <li>• Proyectos (Producción de etanol en Brasil, producción de Biodiesel en Europa, producción de diesel a partir de desechos de aceite, etanol de maíz y azúcar de caña)</li> <li>• Planeación técnica y ambiental (balance energético, reducción equivalente de CO<sub>2</sub>)</li> </ul>	6	6
5	<p><b>Hornos a escala pequeña y calderas industriales</b></p>	3	3

	<p><b>Objetivo:</b> Alternativas de hornos a escala pequeña y calderas industriales usando como energía la proveniente de sistemas bioenergéticos en proyectos de construcción residencial e industrial.</p> <p><b>Contenido temático:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demanda calórica en edificios</li> <li>• Uso de leña en México</li> <li>• Uso de estufas rurales</li> <li>• Implementación de un proyecto de obtención de energía</li> <li>• Planeación</li> <li>• Elección de sistemas de combustión para calefacción de edificios y zonas rurales</li> <li>• Consideraciones básicas de diseño</li> <li>• Combustión de basura</li> <li>• Organización legal</li> </ul>		
6	<p><b>Gasificación</b></p> <p><b>Objetivo:</b> La gasificación de biomasa está aún en etapa de experimentación y de entrada al mercado. Sin embargo, en etapa intermedia, la gasificación ofrece un gran potencial para producción de electricidad.</p> <p><b>Contenido temático:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principios fundamentales</li> <li>• Carburantes nuevos y comburentes</li> <li>• Uso como energía</li> <li>• Emisiones y subproductos</li> <li>• Viabilidad económica</li> </ul>	3	3
7	<p><b>7. Presentación de proyectos</b></p> <p>Desarrollar por equipo un proyecto que consistirá en el análisis de un sistema de bioenergía en México y aplicar todos los temas aprendidos en el análisis energético de ese sistema. O su propio tema de tesis, bajo el enfoque de aplicación de bioenergéticos.</p> <p>El título y la estructura (índice, trabajo escrito y presentación en Power Point ) los decidirá el equipo y entregará cuando se les indique una propuesta justificada al profesor sobre la elección hecha. El primer avance deberá incluir un diagrama de Gantt para las actividades a seguir en el desarrollo del semestre, así como las estrategias para realizar el análisis del equipo real o el proyecto de investigación (en caso de ser su tema de tesis).</p>	6	6
8	<p><b>Visita</b> a alcoholera a partir de azúcar de caña, tratamiento de vinazas, productora de biodiesel, rellenos sanitarios, gasificador, biogás y su conversión a energía eléctrica y/o térmica, investigación básica para la producción de biocombustibles (uso de bacterias para biocombustibles, transgénicos, ingeniería genómica, etc).</p>		4
9	<p><b>Práctica de proceso:</b> Este curso provee un estudio de una planta en operación incluyendo el estudio detallado de otras plantas desde el punto de vista ambiental y la factibilidad del bioproceso. Se hará énfasis en la calidad y principios de validación por los procedimientos de monitoreo. Los estudiantes serán capaces de demostrar el rigor de la regulación industrial y su necesidad.</p>	5	5

<b>10</b>	Asistencia a seminario	4	
-----------	------------------------	---	--

### Bibliografía básica:

Castro-González, A. y Ramírez-Molina, J.L. (2018). Planeación e Instalación de Sistemas de Bioenergía. Parte I: Teoría. Publicación de la Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. 74 páginas. ISBN 978-607-30-0154-0. Primera edición 21 de febrero 2018.

Castro-González, A. y Ramírez-Molina, J.L. (2018). Planeación e Instalación de Sistemas de Bioenergía. Parte II: Ejercicios. Publicación de la Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. 44 páginas. ISBN 978-607-30-0155-7. Primera edición 21 de febrero 2018.

Castro-González, A. y Ramírez-Molina, J.L. (2018). Planeación e Instalación de Sistemas de Bioenergía. Parte III: Prototipos experimentales. Publicación de la Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. 50 páginas. ISBN 978-607-30-0156-4. Primera edición 21 de febrero 2018.

### Bibliografía complementaria:

Cai, J., Liu, R. y Deng, C. 2007. An assessment of biomass resources availability in Shanghai: 2005 analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 12(7):1997-2004.

Canoira, L. 2006. Biodiesel from jojoba oil.wax: transesterification with methanol and properties as a fuel. *Fuel and Energy*. 47(5):323.

Castro-González, A., Enríquez-Poy, M. y Durán-de-Bazúa, C., 2001b. Biological sludge generated in a wastewater treatment plant. *Anaerobe*. 7(3):143-149

Chinnaraj, S. y Rao, G. 2006. Implementation of an UASB anaerobic digester at bagasse based pulp and paper industry. *Biomass and Bioenergy*. 30(3)273-277.

De Jong, B., Masera, O., Olguin, M. y Martínez, R. 2007. Greenhouse gas mitigation potential of combining forest management and bioenergy substitution: A case study from Central Highlands of Michoacan Mexico. *Forest Ecology and Management*. 242(2-3):398-411.

Drapcho, C., Nghiem, J. y Walker, T. 2008. Biofuels Engineering Process Technology. McGraw-Hill Professional. ISBN: 0071487492.

Ericsson, K. 2007. Co-firing- A strategy for bioenergy in Poland. *Energy*. 32:1838-1847.

Gronalt, M. y Rauch P. 2007. Designing a regional forest fuel supply network. *Biomass and Bioenergy*, 31(6):393-402.

GWCC, 1980. Memorias del Congreso: Proceedings: Bio-energy '80 world congress and exposition. Atlanta, Georgia, USA.

Hilal, A. y Demierbas, I. 2007. Importance of rural bioenergy for developing countries. *Energy Conversion and Management*. 48(8):2386-2398.

Kim, J., Rock, B., Nam, Y. y Kim, S. 2006. Effects of temperature and hydraulic retention time on anaerobic digestion of food waste. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 102(4):328-332.

Masera, O. 2006. La Bioenergía en México: Un catalizador del desarrollo sustentable. Red Mexicana de Bioenergía, Mundi-Prensa. México, México.

Miller, A. 1986. Growing power: Bioenergy for development and industry. World Resources Institute.

Ramamurthi, R., Kastury, S. y Smith, W. 2000. Bioenergy: Vision for the new millennium. Editores New Hampshire Science. Enfield, New Hampshire, U.S.A.

Richardson, J., 2002. Bioenergy from sustainable forestry: Guiding principles and practice. Dordrecht: Kluwer Academic.

Richardson, J. 2006 Sustainable production systems for bioenergy: Forest energy in practice. *Biomass and Bioenergy*. 30(12):999-1000.

San Juan, F. 2009. Estimación del potencial de la biomasa en México. Tesis de Licenciatura de Ingeniería Eléctrica Electrónica. Facultad de Ingeniería, UNAM. Ciudad Universitaria, D.F., México.

Smeets, E., Faaij, P., Lewandowski, I. y Turkenburg, W. 2007. A bottom-up assessment and review of global bio-energy potentials to 2050. *Progress in Energy and Combustion Science*. 33(1):56-106.

Tsai, W. 2007. Bioenergy from landfill gas in Taiwan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 11(2):331-344.

Tuck, G., Glendining, M., Smith, P., House, J. y Wattenbach, . 2006. The potential distribution of bioenergy crops in Europe under present and future climate. *Biomass and Bioenergy*. 30(3):183-197.

Wikström, F. 2007. The potential of energy utilization from logging residues with regard to the availability of ashes. *Biomass and Bioenergy*. 31(1):40-45.

Woods, J. y Hall, D. 1994. Bioenergy for development: Technical and environmental dimensions. FAO environment and energy paper. Roma, Italia.

**Sugerencias didácticas:**

Exposición oral	<input checked="" type="checkbox"/>	Lecturas obligatorias	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición audiovisual	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajos de investigación	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios dentro de clase	<input checked="" type="checkbox"/>	Prácticas de taller o laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>	Prácticas de campo	<input checked="" type="checkbox"/>
Seminarios	<input checked="" type="checkbox"/>	Otras: (especificar)	<input type="checkbox"/>

**Métodos de evaluación:**

Exámenes parciales	<input checked="" type="checkbox"/>	Participación en clase	<input checked="" type="checkbox"/>
Examen final escrito	<input checked="" type="checkbox"/>	Asistencia	<input checked="" type="checkbox"/>
Tareas y trabajos fuera del aula	<input checked="" type="checkbox"/>	Seminarios	<input checked="" type="checkbox"/>
Exposición de seminarios por los alumnos	<input type="checkbox"/>	Otros: (especificar)	<input type="checkbox"/>

**Línea de Investigación:**

Ingeniería de la Producción y Utilización de Biocombustibles

**Perfil profesiográfico:**

El profesor debe tener una formación de posgrado en las especialidades tecnológicas de los procesos de biocombustibles: Producción, almacenamiento, conversión y utilización de biocombustibles. Con experiencia docente mínima de 5 años, complementada con investigación de aspectos experimentales y de aplicación de los biocombustibles y publicación de artículos en revistas, informes técnicos y memorias de congresos sobre biocombustibles



