

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Biocombustibles Líquidos
<b>Clave de la asignatura:</b>	SBF-2004
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-2-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Energías Renovables

<sup>1</sup> Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>La materia de biocombustibles líquidos está diseñada para proporcionar al ingeniero en energías renovables los conocimientos necesarios para comprender las características y sistemas de producción de los diferentes combustibles líquidos, así como promover su uso al comprender las ventajas de éstos contra los combustibles fósiles.</p> <p>Es una asignatura actual y eminentemente práctica que abarca todas las fases de obtención de biocombustibles líquidos a partir de la biomasa y de otras fuentes renovables de energía, tanto la producción como su utilización. Además, es la base fundamental para la comprensión y el desarrollo de tecnología relacionada con esta clase de combustibles.</p>
<b>Intención didáctica</b>
<p>Con la intención de abarcar en lo general y en lo particular lo que a biocombustibles líquidos concierne, el contenido de la materia se divide en seis temas.</p> <p>En el Tema 1 se estudia el panorama actual de la problemática energética y ambiental relacionado al uso de petróleo como principal combustible, la opción de los biocombustibles y sus ventajas contra los combustibles fósiles.</p> <p>En el Tema 2 se revisan las principales fuentes de obtención de biocombustibles, los tipos de biocombustibles que existen según el sustrato del que se obtienen, así como los tipos de pre-tratamientos y las características de cada uno de ellos.</p> <p>El Tema 3 pretende explicar al estudiante todo lo relacionado con el bioetanol, desde el acondicionamiento de la biomasa hasta los retos implicados en su almacenamiento y métodos de optimización, así como su comercialización, procurando integrar los conocimientos más actuales en el tema.</p>

En el Tema 4 se revisan los diferentes sistemas para obtener biodiesel, los subproductos de valor agregado derivados de estos procesos, así como el concepto de biorefinería y las tecnologías novedosas para reducir el impacto medioambiental de su producción.

En el Tema 5 se estudia el proceso de obtención de bioturbosina, sus implicaciones técnicas, el uso y la demanda actual de este biocombustible.

Finalmente, el Tema 6 tiene la intención de dar a conocer al estudiante el panorama actual de los biocombustibles en México y el mundo, las proyecciones a corto, mediano y largo plazo en el uso de biocombustibles líquidos y el papel que como Ingenieros en energías renovables tendrán en el uso y promoción de estos bioenergéticos.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de La Laguna  Septiembre 2020	M.C. Laura Andrea Pérez García  Dra. María Cristina García Carrillo	La revisión se propone con base en ajustar el nivel de los estudiantes de ingeniería, así como ajustar para alcanzar a cubrir el temario completo en un semestre

### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Plantea y evalúa el impacto ambiental de los combustibles fósiles</li> <li>● Identifica las principales fuentes de biomasa, los tipos de pre-tratamientos para la obtención del bioetanol</li> <li>● Identifica las principales fuentes de biomasa, los tipos de pre-tratamientos para la obtención del biodiesel</li> <li>● Identifica las principales fuentes de biomasa, los tipos de pre-tratamientos para la obtención del bioturbosina</li> <li>● Analiza la viabilidad de los diferentes tipos de biocombustibles y las principales implicaciones y legislaciones para su uso</li> <li>● Colabora en prácticas y proyecto de investigación en los que sea capaz de resolver problemas de diseño, elaboración, mejora, mantenimiento, desarrollo, dependiendo de su funcionamiento en las diferentes áreas de aplicación</li> </ul>

## 5. Competencias previas

Conocimientos de las asignaturas: Química, Bioquímica, Microbiología, Biocombustibles, Biotecnología y Biorreactores permitiendo obtener los conocimientos previos para el desarrollo de los procesos para la obtención de biocombustibles líquidos

## 6. Temario

No .	Temas	Subtemas
1	<b>La problemática energética</b>	1.1. Los combustibles fósiles 1.1.1. Principales combustibles fósiles. 1.1.2. Impacto ambiental de los combustibles fósiles. 1.2. Los biocombustibles. 1.2.1. Tipos de biocombustibles. 1.2.2. Ventajas y desventajas contra los combustibles fósiles.
2	<b>La biomasa como fuentes de obtención de biocombustibles</b>	2.1. Tipos de biomasa 2.2. Combustibles de primera, segunda, tercera y cuarta generación. 2.3. Acondicionamiento de la biomasa 2.4. Tipos de pre-tratamientos para la biomasa 2.5. Sacarificación de la biomasa
3	<b>Bioetanol</b>	3.1. Materias primas para la producción de etanol. 3.2. Proceso de producción de bioetanol de primera y segunda generación 3.3. Optimización para la producción de bioetanol 3.4. Producción de ETBE 3.5. Barreras para la introducción del etanol al mercado como combustible.
4	<b>Biodiesel</b>	4.1. Materias primas para la producción de biodiesel. 4.2. Proceso de producción de biodiesel 4.2.1. Transesterificación. 4.2.2. Subproductos con valor agregado 4.2.3. Concepto de biorefinería 4.3. Barreras para la introducción del biodiesel al mercado como combustible.

<b>5</b>	<b>Bioturbosina</b>	<p>5.1. Materias primas para la producción de bioturbosina.</p> <p>5.2. Proceso de producción de bioturbosina.</p> <p>5.3. Barreras para la introducción de la bioturbosina al mercado como combustible.</p>
<b>6</b>	<b>Panorama actual de los biocombustibles líquidos</b>	<p>6.1. Análisis socioeconómico y medioambiental de los biocombustibles para su aplicación</p> <p>6.2. Implicaciones éticas</p>

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1.	
La problemática energética	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica y reconoce los principales elementos de la problemática energética global actual y la opción de los biocombustibles como solución.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza críticamente la situación social, económica y ambiental relacionada con el uso de los combustibles fósiles.</li> <li>Discute las ventajas y desventajas que los biocombustibles presentan contra los combustibles fósiles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investiga la situación actual de la industria del petróleo y sus derivados.</li> <li>Investiga casos actuales de contaminación o daño ambiental relacionado con el petróleo y sus derivados.</li> <li>Investiga empresas relacionadas con la producción y comercialización de biocombustibles líquidos.</li> </ul>
Tema 2.	
Principales fuentes de obtención de biocombustibles	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza y discute las principales fuentes de biomasa destinadas a la producción de biocombustibles líquidos.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determina la factibilidad técnica del uso de ciertos cultivos para la producción de biocombustibles líquidos.</li> <li>Analiza las implicaciones técnicas, éticas y económicas de producir combustibles líquidos con cultivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investiga los tipos de biomasa que se producen en la región con potencial para usarse como sustrato en la producción de biocombustibles líquidos.</li> <li>Investiga y propone sistemas de recolección, almacenamiento y acondicionamiento de biomasa novedosos y aplicables a nivel local y regional</li> <li>Investiga y discute los métodos de pre-tratamientos más óptimos para la biomasa local y regional</li> </ul>

<p>primarios y con residuos agroindustriales y urbanos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propone sistemas de aprovechamiento integral de la biomasa para su transformación en combustibles.</li> </ul>	
<p align="center"><b>Tema 3.</b></p> <p align="center"><b>Bioetanol</b></p>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planea y realiza el estudio técnico de proyectos para la producción de bioetanol.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar herramientas de planificación y optimización</li> <li>• Establecer y/o definir las especificaciones de materiales, productos, equipos e instalaciones</li> <li>• Comparar y seleccionar alternativas tecnológicas</li> <li>• Diseñar, seleccionar, adaptar y operar equipos y/o procesos químicos y biotecnológicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investiga la situación actual del bioetanol en el mundo.</li> <li>• Investiga y expone por equipos un caso de éxito del uso del bioetanol como combustible en coches.</li> <li>• Discute y analiza la optimización del proceso de la producción de bioetanol</li> <li>• Investiga las características que debe presentar un motor de combustión interna para funcionar con etanol.</li> <li>• Realiza una práctica de producción de bioetanol a partir de azúcar de caña.</li> </ul>
<p align="center"><b>Tema 4.</b></p> <p align="center"><b>Biodiesel</b></p>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planea y realiza el estudio técnico de proyectos para la producción de biodiesel.</li> </ul> <p>Genéricas:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investiga y describe las ventajas y desventajas de los principales cultivos utilizados para la producción de biodiesel.</li> <li>• Describe el concepto de biorefinería y su desarrollo</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar herramientas de planificación y optimización</li> <li>• Establecer y/o definir las especificaciones de materiales, productos, equipos e instalaciones</li> <li>• Comparar y seleccionar alternativas tecnológicas</li> <li>• Diseñar, seleccionar, adaptar y operar equipos y/o procesos químicos y biotecnológicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investiga casos de éxito de empresas nacionales y extranjeras productoras de biodiesel.</li> <li>• Realiza una práctica en laboratorio para producir biodiesel por transesterificación a partir de aceite vegetal.</li> </ul>
<p align="center"><b>Tema 5.</b></p> <p align="center"><b>Bioturbosina</b></p>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planea y realiza el estudio técnico de proyectos para la producción de bioturbosina.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar herramientas de planificación y optimización</li> <li>• Establecer y/o definir las especificaciones de materiales, productos, equipos e instalaciones</li> <li>• Comparar y seleccionar alternativas tecnológicas</li> <li>• Diseñar, seleccionar, adaptar y operar equipos y/o procesos químicos y biotecnológicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investiga la situación actual de la bioturbosina en el mundo.</li> <li>• Desarrolla una propuesta para la utilización de bioturbosina en México.</li> </ul>
<p align="center"><b>Tema 6.</b></p> <p align="center"><b>Panorama actual de los biocombustibles líquidos</b></p>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza, propone y desarrolla estrategias para la incorporación de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propone un proyecto para introducir al mercado mexicano alguno de los biocombustibles líquidos que se</li> </ul>

<p>los biocombustibles líquidos al mercado de los combustibles en México.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza las estrategias que países distintos a México han seguido para producir y utilizar biocombustibles a gran escala.</li> <li>• Desarrolla estrategias de incorporación de los biocombustibles líquidos al mercado nacional.</li> <li>• Propone modificaciones en la legislación mexicana que faciliten el desarrollo y utilización de los biocombustibles líquidos en la industria del transporte en México.</li> </ul>	<p>estudiaron en este curso, considerando la factibilidad económica y el desarrollo regional</p>
--	--

## 8. Práctica(s)

1. Análisis de la optimización de distintos pretratamientos en la biomasa
2. Producción de bioetanol con azúcar de caña.
3. Producción de biodiesel por transesterificación de aceite vegetal.

## 9. Proyecto de asignatura

Los estudiantes de la asignatura de biocombustibles líquidos desarrollarán en equipo un proyecto integrado donde contemplen el total de materias abordadas durante su formación para proponer el establecimiento de un proyecto productivo novedoso en materia de biocombustibles líquidos.

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros,



según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo propuesto por los estudiantes.

- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

## 10. Evaluación por competencias

- La evaluación debe ser un proceso continuo, dinámico y flexible enfocado a la generación de conocimientos sobre el aprendizaje, la práctica docente y el programa en sí mismo.
- Debe realizarse una evaluación diagnóstica al inicio del semestre para partir de los conocimientos previos, expectativas e intereses que tengan los estudiantes.
- Durante el desarrollo del curso debe llevarse a cabo una evaluación formativa que permita retroalimentar el proceso de aprendizaje y establecer las estrategias para el logro de los objetivos establecidos.
- Al finalizar el curso debe realizarse una evaluación sumativa que se vincula con aquellas acciones que se orientan a dar cuenta de los productos, los conocimientos, los desempeños y las actitudes que se deben considerar para la calificación.
- Se sugiere utilizar como herramienta de evaluación el portafolio de evidencias y como instrumento la lista de cotejo y la rúbrica.

## 11. Fuentes de información

1. Michelena, Manuel Camps, and Francisco Marcos Martín. *Los biocombustibles*. Vol. 1. Mundi-Prensa Libros, 2008.
2. Dufey, Annie. Biofuels production, trade and sustainable development: emerging issues. No. 2. Iied, 2006.
3. Cantero, D., et al. "Pretreatment processes of biomass for biorefineries: current status and prospects." *Annual review of chemical and biomolecular engineering* 10, 2019
4. Montero, Gisela, et al. An overview of biodiesel production in Mexico. Vol. 19. chapter, 2015.

5. De Juana S. J. M., (2003) Energías renovables para el desarrollo. Editorial Thomson Paraninfo, Madrid.
6. Fargione, Joseph E., Richard J. Plevin, and Jason D. Hill. "The ecological impact of biofuels." *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 41, 2010
7. Khanna, Madhu, and Christine L. Crago. "Measuring indirect land use change with biofuels: implications for policy." *Annu. Rev. Resour. Econ.* 4.1, 2012
8. Shurson, Gerald C. "The role of biofuels coproducts in feeding the world sustainably." *Annual Review of Animal Biosciences* 5, 2017
9. Análisis de la situación actual de los biocombustibles en México ([http://rtbioenergia.org.mx/wp-content/uploads/2016/12/FODA\\_MAPAS\\_RUTA.pdf](http://rtbioenergia.org.mx/wp-content/uploads/2016/12/FODA_MAPAS_RUTA.pdf)).