



## Máster en Ingeniería Química (Plan 2018)

### DATOS DE LA ASIGNATURA

**Nombre:**

Combustibles, Biocombustibles y Biorefinería

**Denominación en inglés:**

Fuels, Biofuels and Biorefinery

**Código:**

1180112

**Carácter:**

Optativo

**Horas:**

	Totales	Presenciales	No presenciales
Trabajo estimado:	112.5	45	67.5

**Créditos:**

Grupos reducidos				
Grupos grandes	Aula estándar	Laboratorio	Prácticas de campo	Aula de informática
2	0.5	1.5	0.5	0

**Departamentos:**

Ingeniería Química, Química Física y Ciencias de los Materiales

**Áreas de Conocimiento:**

Ingeniería Química

**Curso:**

1º - Primero

**Cuatrimestre:**

Segundo cuatrimestre

### DATOS DE LOS PROFESORES

**Nombre:****E-Mail:****Teléfono:****Despacho:**

\*García Domínguez, Juan Carlos

juan.garcia@diq.uhu.es

959 219 940

ETPB40 / ETSI / Campus del Carmen

\*Profesor coordinador de la asignatura

**1. Descripción de contenidos****1.1. Breve descripción (en castellano):**

- Los materiales lignocelulósicos como fuente renovable de materias primas. Análisis crítico comparado de las propiedades de distintos materiales lignocelulósicos.
- Cultivos energéticos.
- Biorrefinería y Biocombustibles de segunda generación. Química estructural del material lignocelulósico.
- Plataformas termoquímicas y químicas para la producción de biocombustibles.
- Métodos de fraccionamiento basados en la despolimerización de las hemicelulosas.
- Modelización cinética de los procesos de hidrólisis ácida y autohidrólisis.
- Factores de severidad.
- Efectos de los procesos hidrotérmicos sobre las distintas fracciones de los materiales lignocelulósicos.
- Aplicaciones industriales de los oligómeros de los azúcares hemicelulósicos.
- Aplicaciones de los xilooligosacáridos.
- Producción de medios fermentativos
- Hidrólisis enzimática del sólido.
- Producción de sustancias antioxidantes.
- Biopolímeros.
- La plataforma del ácido láctico y succínico como precursores de sustitutos plásticos.
- Métodos de fraccionamiento por delignificación. Agentes químicos no clorados para la purificación de celulosa.
- Derivados de lignina como precursores de resinas polifenólicas

**1.2. Breve descripción (en inglés):**

- Lignocellulosic materials as a renewable source of raw materials. Comparative critical analysis of the properties of different lignocellulosic materials.
- Energy crops.
- Biorefinery and second generation biofuels. Structural chemistry of lignocellulosic material.
- Thermochemical and chemical platforms for biofuel production.
- Fractionation methods based on depolymerization of hemicellulose.
- Kinetic modelling of the processes of acid hydrolysis and autohydrolysis.
- Severity factors.
- Effects of hydrothermal processes on the different fractions of lignocellulosic materials.
- Industrial applications of the oligomers of hemicellulosic sugars.
- Applications of xylooligosaccharides.
- Production of fermentation media
- Enzymatic hydrolysis of the solid.
- Production of antioxidant substances.
- Biopolymers.
- The platform of lactic acid and succinic acid as precursors of plastic substitutes.
- Methods of fractionation by delignification. Non-chlorinated chemical agents for cellulose purification.
- Lignin derivatives as precursors of polyphenolic resins

**2. Situación de la asignatura****2.1. Contexto dentro de la titulación:**

Se trata de una de las materias optativas del Máster de Ingeniería Química por la Universidad de Huelva y la UNIA, correspondiente a una de las dos intensificaciones, concretamente en la intensificación: Intensificación en Diseño del Producto Derivado de los Recursos Naturales y Sostenibles.

**2.2. Recomendaciones:**

Ninguna

**3. Objetivos (Expresados como resultados del aprendizaje):**

Los objetivos de la asignatura (resultados de aprendizaje) son comunes a todo el bloque de intensificación en el Máster:

- Planificar y desarrollar investigación aplicada.
- Capacidad de sintetizar antecedentes bibliográficos y análisis de resultados.
- Desarrollar destrezas técnicas para estimar, evaluar e interpretar propiedades físico-químicas y modelos de interés en Ingeniería del Producto relacionada con Fluidos Complejos o Recursos Naturales y Sostenibles.
- Capacidad para el análisis e interpretación de resultados experimentales relacionándolos con teorías apropiadas.
- Concebir, diseñar y calcular equipos o opciones técnicas relacionadas tras el diseño del producto.
- Conocer las fuentes de recursos renovables y sostenibles, propiedades, características y disponibilidad.
- Conocer los posibles esquemas de fraccionamiento integral mediante biorrefinería de materias primas renovables.
- Conocer las aplicaciones y diseño de productos químicos a partir de la materia prima renovable, sostenible y/o residual.
- Conocer las alternativas y características de los distintos productos químicos biocombustibles y procesos de obtención.

#### 4. Competencias a adquirir por los estudiantes

##### 4.1. Competencias específicas:

- **CEGOP3:** Gestionar la Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica, atendiendo a la transferencia de tecnología y los derechos de propiedad y patentes
- **CEPP1:** Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas teóricos
- **CEPP2:** Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la organización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas
- **CEPP3:** Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicaciones informáticas adecuadas, para el diseño, simulación, optimización y control de procesos y sistemas
- **CEPP4:** Tener habilidad para solucionar problemas que son poco familiares, incompletamente definidos o que tengan especificaciones en competencia, considerando los posibles métodos de solución incluidos los más innovadores, seleccionando el más apropiado y poder corregir la puesta en práctica, evaluando las diferentes soluciones de diseño

##### 4.2. Competencias básicas, generales o transversales:

- **CB6:** Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- **CB8:** Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
- **CG01:** Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental
- **CG02:** Concebir, proyectar, calcular y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, en el ámbito de la ingeniería química y sectores industriales relacionados, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente
- **CG04:** Realizar la investigación apropiada, emprender el diseño y dirigir el desarrollo de soluciones de ingeniería, en entornos nuevos o poco conocidos, relacionando creatividad, originalidad, innovaciones y transferencia de tecnología
- **CT2:** Capacidad para leer documentos, escribir textos y comunicarse de manera oral en lengua inglesa
- **CT4:** Capacidad para el aprendizaje autónomo y toma de decisiones

## 5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

### 5.1. Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa.
- Sesiones de Resolución de Problemas.
- Sesiones Prácticas en Laboratorios Especializados o en Aulas de Informática.
- Sesiones de Campo de aproximación a la realidad Industrial.
- Actividades Académicamente Dirigidas por el Profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas, actividades de evaluación y autoevaluación.

### 5.2. Metodologías docentes:

- Clase Magistral Participativa.
- Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o Aulas de Informática en grupos reducidos.
- Desarrollo de Prácticas de Campo en grupos reducidos.
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- Tutorías Individuales o Colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes.
- Planteamiento, Realización, Tutorización y Presentación de Trabajos.
- Conferencias y Seminarios.
- Evaluaciones y Exámenes.

### 5.3. Desarrollo y justificación:

Con las distintas metodologías docentes se intentará promover el aprendizaje cooperativo y la interacción profesor-estudiante ayudando a adquirir, tanto las competencias específicas como las competencias básicas y generales. [MeDo 1] Clase Magistral Participativa. Exposición de los contenidos teóricos de la asignatura. Durante su desarrollo, el profesorado puede interactuar constantemente con los estudiantes haciendo preguntas, poniendo ejemplos y proponiendo soluciones, solicitando opiniones, etc., favoreciendo la participación activa y el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

[MeDo 2] Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o Aulas de Informática en grupos reducidos. Sesiones guiadas para la consecución de los objetivos planteados en la documentación de las prácticas. Las tareas planteadas ayudarán a desarrollar, a nivel práctico, los conocimientos adquiridos en la teoría. Resolución de ejercicios y supuestos prácticos en laboratorios especializados y/o en aulas de informática mediante la utilización de software específico.

[MeDo 3] Desarrollo de Prácticas de Campo en grupos reducidos. Visitas a empresas e instituciones del sector, realización de trabajos fuera del aula y laboratorio (recogida de datos, observaciones, etc.).

[MeDo 4] Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos. Exposición y realización de ejercicios, problemas tipo, casos prácticos y ejercicios de simulación con software específico vinculados con los contenidos teóricos. Planteamiento de problemas diversos y, en algunos casos, entrega por parte de los estudiantes de los problemas planteados.

[MeDo 5] Tutorías Individuales o Colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes. Las metodologías docentes para desarrollar este tipo de actividad deben incluir un alto grado de interacción entre el profesorado y el alumnado. Incluyen el seguimiento individual del estudiante mediante actividades propuestas por el profesorado. Se puede fomentar el aprendizaje cooperativo promoviendo que sean también los propios estudiantes los que resuelvan las dudas planteadas.

[MeDo 6] Planteamiento, Realización, Tutorización y Presentación de Trabajos. Planteamiento de una situación (real o simulada) en la que los estudiantes deben trabajar para proponer una solución argumentada, resolver una serie de preguntas concretas o realizar una reflexión global. Estos trabajos pueden realizarse de forma individual o en grupo y podrán ser defendidos mediante presentación oral y/o escrita.

[MeDo 7] Conferencias y Seminarios. Para afianzar los conocimientos adquiridos en este tipo de actividad, los estudiantes podrán realizar resúmenes y responder a breves cuestionarios relacionados con la temática propuesta en los seminarios/conferencias.

[MeDo 8] Evaluaciones y Exámenes. Para realizar la evaluación de los conocimientos se pueden emplear diversas metodologías de evaluación: exámenes de respuestas a desarrollar, exámenes de respuestas cortas, ejercicios de autoevaluación, etc.

## 6. Temario desarrollado:

### TEMA 1.- INTRODUCCIÓN.

1.1. Combustión. Tipos de combustibles. 1.2. Efectos ambientales de la combustión. 1.3. Energía y biocombustibles.

### TEMA 2.- CONCEPTOS BASICOS DE LA BIORREFINERÍA.

2.1. Definiciones. 2.2. Química estructural del material lignocelulósico. 2.3. Procesos en Biorrefinería. 2.4. Biorrefinería y Biocombustibles de segunda generación.

### TEMA 3.- MATERIAS PRIMAS DE LA BIORREFINERÍA: BIOMASA.

3.2. Los materiales lignocelulósicos como fuente renovable de materias primas. Análisis crítico comparado de las propiedades de distintos materiales lignocelulósicos. 3.2. Cultivos energéticos.

### TEMA 4. - PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN EN BIORREFINERÍA.

4.1 Métodos de fraccionamiento basados en la despolimerización de las hemicelulosas. 4.2. Modelización cinética de los procesos de hidrólisis ácida y autohidrólisis. 4.3. Factores de severidad. 4.4. Efectos de los procesos hidrotérmicos sobre las distintas fracciones de los materiales lignocelulósicos. 4.5. Hidrólisis enzimática del sólido. 4.6. Producción de sustancias antioxidantes. 4.7. Métodos de fraccionamiento por designificación. 4.8. Agentes químicos no clorados para la purificación de celulosa. 4.8. Derivados de lignina como precursores de resinas polifenólicas

### TEMA 5. - TIPOS DE BIORREFINERÍAS. PLATAFORMAS Y USOS.

5.1. Plataforma de aceites y otros lípidos. 5.2. Plataforma de lignocelulosa. 5.3. Plataforma de azúcares. 5.4. Plataforma de proteínas. 5.5. del biogás. 5.6. Plataforma de gas de síntesis. 5.7. Plataformas termoquímicas y químicas para la producción de biocombustibles 5.7. Aplicaciones industriales de los oligómeros de los azúcares hemicelulósicos y de los xilooligosacáridos. 5.8. Biopolímeros. La plataforma del ácido láctico y succínico como precursores de sustitutos plásticos. 5.9. Derivados de lignina como precursores de resinas polifenólicas. 5.10. Producción de medios fermentativos.

### TEMA 6. - RETOS Y BENEFICIOS DE LA BIORREFINERÍA.

6.1. Consideraciones técnicas y socio-económicas de la Biorrefinería. 6.2. Retos de del desarrollo de una Biorrefinerías industrial. 6.3. Beneficios socio-económicos, medio ambientales y progreso industrial de la Biorrefinería.

## 7. Bibliografía

### 7.1. Bibliografía básica:

- Aresta, Dibenedetto, M. Dumeignil, A, Franck. Biorefinery: From Biomass to chemicals and Fuels. Walter de Gruyter. 2012.
- Biomass Fractionation Technologies for a Lignocellulosic Feedstock Based Biorefinery. Solange I. Mussatto. Ed. Editorial Elsevier. Amsterdam, Netherlands. 2016.
- Biorefineries and Chemical Processes: Design, Integration and Sustainability Analysis. J. Sadhukhan, K. Siew, E. Martinez. John Wiley & Sons. 2014.
- Demirbas, A. Biorefineries for biomass upgrading facilities. Springer 2010.
- Garrote, G. Estudio del procesamiento hidrotérmico de materiales lignocelulósicos. Tesis Doctoral, Universidad de Vigo, España. 2001.
- Goettemoeller, Jeffrey. Sustainable ethanol : biofuels, biorefineries, cellulosic biomass, flex-fuel vehicles, and sustainable farming for energy independence / Jeffrey Goettemoeller and Adrian Goettemoeller Maryville, Missouri : Prairie Oak, cop. 2007.
- Handbook of plant-based biofuels / edited by Ashok Pandey Boca Raton : CRC Press, cop. 2008.
- Introduction to chemicals from biomass/editors, James H. Clark with Fabien E., I. Deswarte Chichester : Wiley, cop. 2008.
- Klem, D., Schamauder, H.P., Heinze, T. (2002). Cellulose, tomo 6: biopolymers. Wiley-VCH. 2002.
- Lin, C.A. Renewable Resources for Biorefineries. Royal Society of Chemistry. 2014.
- Manual sobre las Biorrefinerías en España. Ed. Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa (BioPlat). MINECO. España. 2017.
- Pagliaro, Mario. The future of glycerol : new usages for a versatil raw material/Mario Pagliaro, Michele Rossi Cambridge: RSC Publishing, cop. 2008
- Pahl, Greg. Biodiesel : growing a new energy economy / Greg Pahl ; foreword by Bill McKibben . - 2nd ed. White River Junction, Vermont : Chelsea Green, cop. 2008.
- Pretratamiento de Biomasa Celulósica para la obtención de Etanol en el Marco de una Biorrefinería Barroso, M. . Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. España. 2010.
- Wertz, J.L.. Lignocellulosic Biorefineries. Pu Polytechnique. 2013.

### 7.2. Bibliografía complementaria:

- Fraccionamiento integral de vegetales no alimentarios para la obtención de pasta celulósica y subproductos. Sebastián Caparrós Jiménez. Tesis Doctoral. Universidad: Huelva. Facultad de Ciencias Experimentales. 2007.
- Vegetales alternativos a los agroalimentarios de usos múltiples para la obtención de pastas celulósicas mediante tecnologías limpias. María del Mar García Gómez. Tesis Doctoral. Universidad: Huelva. Facultad de Ciencias Experimentales. 2008.
- Biorrefinería de especies vegetales de alto rendimiento. Fraccionamiento integral de Paulownia. Minerva Ana María Zamudio Aguilar. Tesis Doctoral. Universidad: Huelva. Facultad de Ciencias Experimentales. 2011.
- Biorrefinería mediante autohidrólisis y procesos químicos limpios de materiales lignocelulósicos de alta tasa de producción de biomasa. Manuel Javier Feria Infante. Tesis Doctoral. Universidad: Huelva. Facultad de Ciencias Experimentales. 2013.
- Aprovechamiento integral de variedades de Leucaena para la obtención de productos de alto valor añadido y compost. Amanda Rivera Díaz. Tesis Doctoral. Universidad Internacional de Andalucía. Año: 2013.
- Valoración de la fracción Hemicelulósica y obtención de furfural a partir de eucalyptus globulus y paja de Trigo. M<sup>a</sup> Trinidad García Domínguez. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior De Ingeniería . Año: 2017.

## 8. Sistemas y criterios de evaluación.

### 8.1. Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Defensa de Prácticas
- Defensa de Trabajos e Informes Escritos
- Seguimiento Individual del Estudiante
- Examen de prácticas

### 8.2. Criterios de evaluación y calificación:

#### SISTEMA DE EVALUACIÓN

- Examen final de Teoría/Problemas. Equivale al 50 % de la nota final (5 puntos sobre 10). Incluye una parte de preguntas tipo test (30 % de la calificación), de desarrollo (50%) y resolución de ejercicios prácticos (20%). La prueba tendrá una duración máxima de 3 horas distribuidas entre las 3 partes proporcionalmente al % de evaluación.
  - Defensa de Prácticas, Equivale al 10 % de la nota final (1 puntos sobre 10). Consistirá en un informe sobre las prácticas realizadas.
  - Examen de Prácticas, Equivale al 10 % de la nota final (1 puntos sobre 10). Consistirá en cuestiones teórico/prácticas sobre el desarrollo de las prácticas realizadas.
  - Defensa de Trabajos e Informes Escritos, Equivale al 25 % de la nota final (2,5 puntos sobre 10). Consistirá en una presentación y un informe sobre el trabajo realizado sobre un tema determinado. La presentación se realizará en el aula oralmente y con apoyo de algún tipo de aplicación de presentación, Power Point...etc.
  - Seguimiento Individual del Estudiante, Equivale al 5 % de la nota final (0,5 puntos sobre 10).
- Para la concesión de la mención "Matrícula de honor" habrá de obtenerse una calificación total superior a sobresaliente (9).

**9. Organización docente semanal orientativa:**

	Semanas	Grupos Grandes	Grupos Reducidos Aula Estándar	Grupos Reducidos Aula de Informática	Grupos Reducidos Laboratorio	Grupos Reducidos prácticas de campo	Pruebas y/o actividades evaluables	Contenido desarrollado
#1	3	0	0	0	0			
#2	3	0	0	0	0			
#3	1.5	1.5	0	0	0			
#4	3	1	0	5	0			
#5	3	1	0	5	0			
#6	1.5	1.5	0	5	5			
#7	0	0	0	0	0			
#8	0	0	0	0	0			
#9	0	0	0	0	0			
#10	0	0	0	0	0			
#11	0	0	0	0	0			
#12	0	0	0	0	0			
#13	0	0	0	0	0			
#14	0	0	0	0	0			
#15	5	0	0	0	0			
	20	5	0	15	5			