

## Propuestas TFM

---

A continuación, se proponen las actividades a desarrollar durante el curso 2024-2025. Además de estas tres actividades, serán bienvenidas diferentes propuestas que tengan que ver con la economía circular que serán evaluadas por la comisión académica del Aula.

### **Revalorización de plásticos mediante pirolisis para materiales de secuestro de carbono**

La presente propuesta parte de los resultados obtenidos durante el curso 2023-2024 sobre la revalorización de PET (tereftalato de polietileno) y PLA (ácido poliláctico) mediante procesos hidrotérmicos de carbonización a temperaturas relativamente bajas (160–220 °C) y presiones saturadas (2–10 MPa). Durante el curso 2023-2024 se encontraron dificultades en hidrolizar (es decir, reducir el peso molecular de los materiales plásticos) del PET y PLA para posteriormente producir materiales carbonosos mediante procesos hidrotérmicos.<sup>1</sup>

De este modo, el objetivo de este trabajo es avanzar en el conocimiento del reciclaje y revalorización de materiales poliméricos, pero en este caso utilizando procesos pirolíticos (600-800 °C),<sup>2</sup> asistidos mediante catalizadores como el acetato de cobalto o el óxido de magnesio. Nos centraremos en los materiales con mayor presencia en los sectores industriales, como son el PP (polipropileno), PE (polietileno) y PMMA (polimetilmetacrilato).

De esta manera se obtendrán materiales carbonáceos tipo nanotubos de carbono, carbón amorfo, microsferas de carbono, que serán caracterizados mediante microscopía electrónica (SEM, TEM), y difracción de rayos X. Posteriormente, se estudiará el potencial de dichos materiales como refuerzo mecánico en materiales poliméricos. El objetivo es desarrollar una nueva generación de materiales compuestos derivados de residuos plásticos que posean propiedades mecánicas mejoradas para su eventual uso en aplicaciones estructurales. Asimismo, se plantea completar el trabajo con estudios de análisis de ciclo de vida (ACV),<sup>3</sup> y poder valorar el empleo de estos procesos y materiales como una novedosa alternativa a materiales con capacidad de secuestro de carbono.

1. Critical advances and future opportunities in upcycling commodity Polymers. *Nature*, 2022, 603, 803-814.

2. From plastic waste to new materials for energy storage. *Polymer Chemistry*, 2022, 13, 4222-4229.

3. Biomass waste-assisted micro (nano) plastics capture-utilization-storage (PCUS) for sustainable water remediation. *The Innovation*, 2024, 5, 100655.

## **Utilización de aceites utilizados de cocina para producción de biofuel**

Los seres humanos hemos utilizado durante siglos biocombustibles o combustibles derivados de la naturaleza. Como resultado del avance de nuevas tecnologías, muy especialmente en los últimos años, se ha comenzado a valorar y realizar ensayos para el aprovechamiento de su potencial como combustibles alternativos al petróleo. El desarrollo de alternativas energéticas ambientalmente sostenibles y renovables ha sido impulsado por el creciente costo de la energía como resultado de la disminución de las reservas de combustibles fósiles, la dependencia energética de muchas regiones económicamente desarrolladas y los impactos ambientales negativos derivados del uso de éstos, así como por la creciente necesidad de reintroducir en la cadena de valor de subproductos y residuos. Las energías limpias son alternativas asequibles a las fuentes de energía actuales y contribuyen a la descarbonización. Entre éste tipo de energías se encuentra el biodiesel, que se produce a partir de biomasa.

El modelo energético actual es insostenible y las consecuencias del calentamiento global son cada vez más acusadas y graves, por lo que resulta necesario cambiar los patrones de producción y consumo. Esta transición requerirá promover soluciones de energía limpia que sean asequibles para todos los países y que puedan reemplazar el actual modelo energético basado en combustibles fósiles. En este marco, sugerimos reevaluar el valor de los aceites vegetales utilizados en la cocina (UCO, Used Cooking Oil) para la producción de biofuel (UCOME, Used Cooking Oil Methyl Ester).

En este TFM, primeramente, se realizará un estado del arte completo sobre los procesos de obtención tanto del UCOME, como de sus competidores: FAME (Fatty Acid Methyl Ester) y HVO (Hydrotreated Vegetable Oil), entre otros. Este análisis bibliográfico se complementará con las barreras y palancas (económicas, normativas, ambientales y sociales) que condicionan su uso. Tomando como referencia la segunda generación de biodiésel, se llevará a cabo un Análisis de Ciclo de Vida (ACV), donde habrá que decidir los límites del sistema, el inventario de energías, materiales, residuos y emisiones, y se calcularán los impactos ambientales más relevantes, en particular las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Se compararán los impactos ambientales de la generación de UCOME con UCO local o importado. Además, se compararán los impactos ambientales de los procesos de esterificación e hidrogenación.

También se analizarán posibles efectos de desplazamiento de otras fuentes de energía sostenibles y potenciales impactos en el clima, en el medio ambiente y la salud humana por el aumento de la demanda de biodiesel.

## **Gestión y valorización de purines mediante tratamiento anaeróbico**

Los purines procedentes de explotaciones ganaderas intensivas resultan un residuo que resulta abundante y problemático para el que resulta necesaria una gestión sostenible en términos ambientales y también económicos. Este tratamiento de gestión es el tema central de la propuesta de este TFM, concretamente el establecimiento de las condiciones óptimas de la digestión anaerobia. Para este fin, se llevarán a cabo una variedad de pruebas de digestión anaeróbica en un laboratorio bajo condiciones controladas. Se trata de aplicar un proceso biológico que no sólo contribuye a gestionar los purines de forma sostenible, sino que también permite la producción de biogás, un producto del proceso altamente energético, y un digestato, producto sólido que puede ser empleado como enmienda orgánica.

Para ello, partiendo de los resultados obtenidos durante el curso 2023-2024, se realizará un estado del arte de los biorreactores empleados para digestiones anaerobias y el estudio de los parámetros de diseño. Una vez realizada esta primera aproximación, se procederá con la primera fase experimental de digestión anaerobia, en la que se realizarán ensayos experimentales en discontinuo en las condiciones de operación más adecuadas para estudiar la producción de biogás y su composición, entre otros. Se planteará también la opción de mezclas de purines con otras corrientes residuales orgánicas, como por ejemplo la paja o/y el lactosuero y se analizará su efecto en la cinética y el rendimiento del proceso. La cantidad a mezclar y las condiciones de operación de estas pruebas experimentales se acabarán de definir tras una intensa búsqueda bibliográfica. También se estudiará el efecto que pueda tener el realizar un pre-tratamiento al sustrato (térmico, ultrasonidos...). Se seleccionará también la relación C/N a emplear, ya que el NH<sub>3</sub> actúa como un inhibidor de la digestión anaerobia. Destacar que los ensayos bajo las condiciones y sustratos seleccionados se realizarán por duplicado.

Paralelamente, se llevarán a cabo diferentes análisis químicos para realizar un seguimiento de la digestión, así como para la caracterización de los sustratos. Durante los ensayos se tomarán medidas diarias de producción de biogás y se determinará su composición por cromatografía gaseosa, a partir de la cual se establecerá su poder calorífico. También se caracterizará el digestato obtenido en las distintas condiciones ensayadas y se hará un estudio de sus posibilidades de valorización. La caracterización consistirá en:

- i. análisis elemental (C, H, N y S)
- ii. Análisis TGA para la determinación de la humedad, sólidos totales, sólidos volátiles y cenizas.
- iii. Contenido en metales por ICP-OES
- iv. pH
- v. Seguimiento de las fases de la digestión anaerobia mediante GC-MS

Esta caracterización permitirá realizar el balance de materia del proceso, realizar el seguimiento de las diferentes etapas de la digestión anaerobia, así como establecer si el digestato obtenido cumple o no las especificaciones necesarias para ser utilizado como enmienda orgánica.